ГРАНДИОЗНЫЙ МИР
ГМ
Эукариоты
Дарт
Перипатус
ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ
РАВНОВЕСИЕ ХАРДИ-ВАЙНБЕРГА
101
КЛЮЧЕВАЯ ИДЕЯ
ЭВОЛЮЦИЯ

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Цель этой книги — доступным и увлекательным образом познакомить читателя с эволюцией.

Здесь объясняется 101 ключевой термин, часто встречающийся в литературе по данной отрасли знаний. Для удобства статьи идут в алфавитном порядке. Причем от читателя почти не требуется никаких специальных знаний или подготовки. Книга будет полезна для всех: и для широкого круга читателей, и для тех, кто готовится к поступлению в высшие учебные заведения, и для тех, кто уже в них учится.

Эволюция очень многогранное понятие, тесно связанное с бесконечным рядом других понятий. Среди них — одна из наиболее важных идей современной истории: происхождение человека и концепции его развития Эта книга представляет наиболее известные ранние и современные теории о происхождении жизни, рассматривает их проблемные, спорные аспекты, проводит через эволюционные изыскания великих мыслителей прошлого и современности, начиная от Аристотеля, до неодарвинистов, затрагивает темы от дрейфа генов до дрейфа материков, Узнайте все о развитии жизни на Земле!

- Мортон Дженкинс
  - Введение
  - АДАПТИВНАЯ РАДИАЦИЯ
  - АЛЛОПАТРИЧЕСКОЕ ВИДООБРАЗОВАНИЕ
  - АЛЛОПОЛИПЛОИДИЯ
  - АРХЕОПТЕРИКС
  - АУТОПОЛИПЛОИДИЯ
  - БИОГЕНЕЗ
  - БИОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ЗАКОН КАК СВИДЕТЕЛЬСТВО ЭВОЛЮЦИИ
  - БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ
  - БРУМ, РОБЕРТ
  - ВЕЛИКОЕ ВЫМИРАНИЕ
  - ВИДЫ
  - ГАЛАПАГОС, ОСТРОВА
  - ГЕККЕЛЬ, ЭРНСТ ГЕНРИХ
  - ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
  - ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ
  - ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА
  - ГИНКГО ДВУЛОПАСТНЫЙ
  - ДАРВИН, ЧАРЛЗ

- ДАРВИНИЗМ
- ДАРВИНОВЫ ВЬЮРКИ
- ДАРТ, РАЙМОНД
- ДИНОЗАВРЫ
- ДРЕЙФ ГЕНОВ
- ДРЕЙФ МАТЕРИКОВ
- ДЮБУА, ЭЖЕН
- ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР
- ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР ПОД ВЛИЯНИЕМ ХИЩНИКОВ
- ЖИВЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
- ЗАКОН ХАРДИ-ВАЙНБЕРГА
- ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ
- ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ МЕЛАНИЗМ
- ИСКОПАЕМЫЕ
- ИСКОПАЕМЫЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ
- ИСКУССТВЕННЫЙ ОТБОР ЖИВОТНЫХ
- ИСКУССТВЕННЫЙ ОТБОР РАСТЕНИЙ
- ИХТИОЗАВРЫ
- КАТАСТРОФЫ
- КЛАДИСТИКА
- КЛЕЙДОИЧЕСКОЕ ЯЙЦО
- КОНВЕРГЕНЦИЯ
- КОЭВОЛЮЦИЯ
- КРЕАЦИОНИЗМ
- КЮВЬЕ, ЖОРЖ
- ЛАЙЕЛЬ, ЧАРЛЗ
- ЛАМАРК, ЖАН БАТИСТ
- ЛАМАРКИЗМ
- ЛАНЦЕТНИК
- ЛИКИ, ЛУИС
- ЛИНГУЛА
- ЛИННЕЙ, КАРЛ
- ЛЮСИ
- МАНТЕЛЛ, ГИДЕОН
- МЕНДЕЛИЗМ
- МУТАГЕНЫ
  -
  - Радиация
  - Химические вещества
- МУТАЦИЯ
- НАПРАВЛЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ
- НАУТИЛУС
- НЕОДАРВИНИЗМ

- НЕОПИЛИНА
- НЕОТЕНИЯ
- НИША
- ОТБОР
- ОУЭН, РИЧАРД
- ПЕКИНСКИЙ ЧЕЛОВЕК
- ПЕРИОДИЧЕСКИ НАРУШАЕМОЕ РАВНОВЕСИЕ
- ПЕРИПАТУС
- ПИЛТДАУНСКИЙ ЧЕЛОВЕК
- ПЛЕЗИОЗАВРЫ
- ПОСТЕПЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ
- ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ
- ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПРИМАТОВ
- ПРОКАРИОТЫ
- ПРОКОНСУЛ
- ПРОТОБИОНТЫ
- ПТЕРОЗАВРЫ
- ПТИЦЕТАЗОВЫЕ ДИНОЗАВРЫ
- ПЯТИПАЛЬЦЕВАЯ КОНЕЧНОСТЬ
- РАВНОВЕСИЕ ХАРДИ-ВАЙНБЕРГА
- РЕПРОДУКТИВНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ
- САМОЗАРОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ
- СИМПАТРИЧЕСКОЕ ВИДООБРАЗОВАНИЕ
- СЛАНЕЦ БЁРДЖЕСС
- СРАВНИТЕЛЬНАЯ АНАТОМИЯ
- УОЛЛЕС, АЛФРЕД РАССЕЛ
- УСТОЙЧИВОСТЬ К АНТИБИОТИКАМ
- УСТОЙЧИВОСТЬ К ЗООКУМАРИНУ
- УСТОЙЧИВОСТЬ К ИНСЕКТИЦИДАМ
- УСТОЙЧИВОСТЬ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ
- ФЕНЕТИКА
- ЦЕЛАКАНТ
- ЭДИАКАРСКАЯ ФАУНА
- ЭКСПЕДИЦИЯ «БИГЛА»
- ЭПОХА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
- ЭПОХА ЗЕМНОВОДНЫХ
- ЭПОХА МЛЕКОПИТАЮЩИХ
- ЭПОХА ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ
- ЭПОХА РЫБ
- ЭУКАРИОТЫ
- ЭФФЕКТ «БУТЫЛОЧНОГО ГОРЛЫШКА»
- ЭФФЕКТ ОСНОВАТЕЛЯ
- ЯЩЕРОТАЗОВЫЕ ДИНОЗАВРЫ

Мортон Дженкинс

101 КЛЮЧЕВАЯ ИДЕЯ. ЭВОЛЮЦИЯ

Введение

Вы держите в руках книгу из серии «Грандиозный мир. 101 ключевая идея». Надеемся, что как данная книга, так и серия в целом окажется для вас интересной и полезной. Цель этой серии — доступным и увлекательным образом познакомить читателя с самыми разными областями знания.

В каждой книге содержится объяснение 101 ключевой идеи и понятия, относящихся к той или иной области знания. Для удобства пользования статьи расположены в алфавитном порядке. Все книги серии написаны таким образом, что от читателя почти не требуется никаких специальных знаний и подготовки. Они будут полезны и для студентов, и для тех, кто только еще готовится к поступлению в высшее учебное заведение, и просто для любознательных.

На наш взгляд, большинство учебников слишком объемны, чтобы служить справочными пособиями, а статьи в словарях слишком кратки, чтобы сформировать у читателя более или менее полное представление о предмете.

Книги этой серии совмещают в себе лучшие стороны и учебника, и словаря. Их вовсе не обязательно читать от корки до корки и в строго определенном порядке. Обращайтесь к ним, когда нужно узнать значение того или иного понятия, и вы найдете краткое, но содержательное его описание, которое, без сомнения, поможет вам выполнить задание или написать доклад. Материал в книгах излагается четко, с тщательным подбором необходимых научных терминов.

Итак, если вам потребуется быстро и без больших затрат получить сведения по какой-либо теме — воспользуйтесь книгами данной серии!

Желаем удачи!

Пол Оливер, издатель серии

АДАПТИВНАЯ РАДИАЦИЯ

Адаптивная радиация — это процесс эволюционного образования видов от одного общего предка. Основу этой концепции заложил французский ученый Жорж Кювье (1769–1832). Он сделал вывод, что с течением длительного периода времени организмы разделились на группы, некоторые из которых являются частью современной классификационной системы. Это представление радикально отличалось от общепринятой в то время аристотелевской концепции «лестницы жизни» (*Scala Naturae*), которая распределяла все организмы по ступеням, от простейших — в самом низу, до самых сложных (человек) — на вершине.

Классический пример адаптивной радиации — дарвиновы вьюрки. Клювы различных видов приспособлены к определенному виду пищи, в зависимости от экологической ниши, в которой они обитают. Они варьируются от массивных клювов птиц, питающихся семенами, и изогнутых клювов тех, кто кормится нектаром цветов, до тонких и стройных клювов насекомоядных. Предполагается, что все эти прекрасно приспособленные виды произошли от менее специализированного предка, случайно оказавшегося на островах. Изоляция, свойственная организмам изменчивость и борьба за доступные экологические ниши привели к адаптивной радиации, которую открыл Дарвин. Этот процесс ярко проявляется среди пресмыкающихся и птиц, живущих на Галапагосских островах.

Если брать высший таксономический уровень, то окаменелые останки свидетельствуют о том, что первые примитивные плацентарные млекопитающие появились в начале эоцена, 58 миллионов лет назад. Среди них был отряд креодонтов (*Creodont*), разделившийся на несколько семейств хищных, в том числе и морских млекопитающих. Сюда же следует отнести больших беззубых китов, имеющих в высшей степени специализированное устройство, фильтрующее пищу (китовый ус), которое позволяет им выцеживать мелких ракообразных из морской воды. Некоторые из этих китов весят до 20 тонн. Зубатые киты, такие, как кашалот, питаются в основном глубоководными кальмарами, а дельфины приспособились питаться рыбой.

См. также статьи «Кювье, Жорж», «Дарвиновы вьюрки», «Ниша».

АЛЛОПАТРИЧЕСКОЕ ВИДООБРАЗОВАНИЕ

Способ возникновения новых видов зависит от географического расположения. Большинство видов появляется в результате аллопатрического видообразования (*алло* — другой, *патрис* — родина), то есть в результате географического разделения некогда единой популяции. Популяция каким-либо образом делится на несколько групп, каждая из которых идет по своему эволюционному пути, пока они не расходятся настолько, что скрещивание между ними становится невозможным. Известный зоолог Эрнст Майр дал следующее определение термина «вид»:

«Вид — это группа скрещивающихся или обладающих такой возможностью популяций, которая репродуктивно изолирована от других подобных групп».

В небольшой популяции, переселившейся на новое место, могут быстро произойти изменения, связанные с ограниченным количеством особей, такие, как дрейф генов и эффект основателя. Особи этой популяции также ограждены от потока генов со стороны исходной популяции.

Популяции могут разделиться двумя основными способами:

Одна небольшая группа особей (а семена растений или беременная самка) отделяется от остальной популяции, и ее потомки оказываются на новом месте. Например, дарвиновы вьюрки оказались в генетической изоляции не только от исходной популяции, но и друг от друга, поскольку на разных островах образовались их видоизмененные формы.

Географическое явление (например, некий огромный барьер) разделило группу на две подгруппы, которые пошли по своему пути развития. Например, два разных вида североамериканских белок, обитающих по разным сторонам Большого каньона в Колорадо, были некогда одной популяцией, разделенной огромным проломом.

См. также статьи «Дарвиновы вьюрки», «Эффект основателя», «Дрейф генов», «Географическая изоляция», «Репродуктивная изоляция», «Симпатрическое видообразование»

АЛЛОПОЛИПЛОИДИЯ

Так называется тип полиплоидной мутации, при которой комбинируются хромосомы двух или более видов. Аллополиплоиды обычно возникают от удвоения хромосом гибрида двух видов; такое удвоение обычно приводит к плодовитости гибрида (амфиплоидия). Качества гибрида, то есть сила и приспособляемость, передаются аллополиплоидами последующим поколениям, и такие организмы успешно выживают.

Наиболее распространенным типом гибридов является аллотетраплоид, который обладает двумя наборами генов от каждого растения-родителя. Русский цитогенетик Карпеченко (1928) получил новый вид и даже род растений, скрестив разные виды — редьку (*Raphinus*) и капусту (*Brassica*). Эти виды близки друг другу и принадлежат к одному семейству крестоцветных (*Cruciferae*), представителем которого является и горчица. Каждое растение имеет диплоидный набор из 18 хромосом, но хромосомы редьки содержат некоторые гены, которые не встречаются в хромосомах капусты и наоборот. Гибрид Карпеченко имел в каждой клетке по 18 хромосом, девять от редьки и девять от капусты. Во время мейоза разные наборы генов не могут образовать пары, и гибрид не дает потомства. Однако, помимо обычных генов, образовывались немногочисленные 18-хромосомные гаметы, и в поколении F_2 появлялось несколько аллотетраплоидов. Они были полностью плодородными, так как два набора хромосом от редьки и два от капусты обеспечивали образование парных гомологичных хромосом во время мейоза. Аллотетраплоид, или амфидиплоид, получил научное название *Paphanobrassica*. У этого растения корни напоминали капустные, а листья были как у редьки, но, к сожалению, он не имел экономической ценности. Однако на его примере удалось продемонстрировать принцип образования плодовитых межвидовых и межродовых гибридов. По меньшей мере половина из природных полиплоидов — аллополиплоиды, например культурная пшеница. Она имеет 42 хромосомы, представляющие полный диплоидный набор из 14 хромосом от каждого из трех предков.

См. также статью «Мутация».

АРХЕОПТЕРИКС

Птицы, несомненно, произошли от вымерших типов рептилий. До 1990 годов археологи называли самой ранней птицей археоптерикса (*Archaeopteryx lithographica*). Его название буквально означает «древнее крыло из литографского камня» и образовано от *archaeo* — древний, *pteryx* — крыло и *lithographica* — обработанный известняк для особого вида печати (литографии). При жизни археоптерикс весил до 270 грамм, а площадь его крыльев составляла 480 квадратных сантиметров, то есть он был размером приблизительно с сороку.

У археоптерикса был длинный хвост, как у ящерицы, челюсти, похожие на клюв, острые зубы, но его ключицы были объединены и образовывали вилочковую кость, как у птиц; при этом он был покрыт перьями, похожими на перья современных птиц. Он обитал во время триасовой эпохи, около 140 миллионов лет назад. Окаменелое перо археоптерикса было найдено в 1860 году в обработанном известняке из Золенгофена (Бавария); год спустя научное название ему дал Гермон фон Мейер. В том же году здесь был найден почти целый окаменелый скелет. Сейчас он находится в естественно-историческом отделе Британского музея, куда попал благодаря хранителю музея Ричарду Оуэну, купившему его за 700 фунтов стерлингов.

Второй, более полный образец, был найден в 1877 году. Его приобрел Музей Гумбольдта, где он находится до сих пор (так называемый «берлинский экземпляр»). По всей видимости, в юрский период на территории современной Баварии было много мелких грязевых водоемов, куда попадали древние птицы и со временем превращались в окаменелости. За последние 140 лет было обнаружено еще семь окаменелых остатков археоптерикса. В 1994 году крестьяне китайской провинции Ляонин нашли сотни окаменелых остатков древних птиц. Одна из них была названа *Confuciusornis sanctus*, то есть святая птица Конфуция, и предположительно жила она раньше археоптерикса. В 1996 году были обнаружены останки другой птицы, протоархеоптерикса (*Protoarchaeopteryx*), которые заставили усомниться в том, что именно археоптерикс был предком современных птиц. Протоархеоптерикс, скорее всего, древнее археоптерикса на 30 миллионов лет.

См. также статью «Оуэн, Ричард».

АУТОПОЛИПЛОИДИЯ

Так называется тип полиплоидной мутации, при котором умножается набор хромосом только одного вида (*аутo* — само, *полиплоос* — многократный, *эйдос* — образ, набор хромосом). Аутополиплоиды могут возникать от слияния диплоидных гамет одного и того же вида; такие гаметы образуются вследствие неразделения хромосом при мейозе (тип деления клеток, при котором образуются половые клетки). Либо они образуются вследствие неразделения хроматид во время развития оплодотворенной яйцеклетки. Гибрид, получившийся в результате аутополиплоидии, может быть плодовитым или стерильным, в зависимости от набора хромосом. Гибриды с четным количеством гомологичных хромосом (4, 6, 8… 28) будут плодовитыми, потому что их хромосомы могут образовывать пары при мейозе.

Когда при мейозе образуется нередуцированная диплоидная гамета (2x), она может слиться с нормальной гаплоидной гаметой (x), что приведет к появлению триплоидного потомства. Слияние двух нередуцированных гамет (2x) приведет к появлению аутотетраплоида. Триплоиды могут также возникать от скрещивания диплоидов и тетраплоидов. Еще один источник — отсутствие веретена при митозе, что дает прямое удвоение соматических хромосом и ведет к появлению полиплоидной клетки. От удвоенной клетки могут образовываться клетки с набором 4x, 6x или 8x, а затем они образуют полиплоидные части растений, которые имеют набор 2x, 3x или 4x. Аутополиплоиды имеют набор всегда гомологичных друг другу хромосом.

Хризантема (*Chrysanthemum*), чистотел (*Ranunculus ficaria*), гиацинт (*Hyacinthus orientalis*) и некоторые разновидности яблок сорта пепин (*Malus pumila*) — представители именно этого типа полиплоидов. Благодаря искусственно вызванной аутополиплоидии появились более сильные и выносливые разновидности культивируемых растений, таких, как помидоры и сахарная свекла.

См. также статьи «Аллополиплоидия», «Мутация».

БИОГЕНЕЗ

Биогенез — гипотеза, утверждающая, что все живое происходит только от живого. Сегодня это положение считается очевидным, но потребовалось более 300 лет, чтобы оно утвердилось вместо гипотезы абиогенеза. В начале XVIII века ученые, как те, что верили в биогенез, так и те, что верили в абиогенез, для экспериментального доказательства своих теорий использовали один и тот же материал, а именно, настой сухой травы, который легко было получить, приготовить и исследовать при помощи постоянно усовершенствовавшихся микроскопов. Измельченную сухую траву кипятили в течение 10 минут в воде и затем выставляли на воздух. В первые несколько дней жидкость оставалась стерильной. Спустя неделю жидкость становилась мутной, в ней появлялись живые организмы. Приверженцы абиогенеза и биогенеза сходились во мнении, что кипячение воды убивало любые живые существа, которые могли в ней находиться. Следовательно, заключали они, живые существа могли развиваться в воде только после того, как она остыла.

Сторонники теории абиогенеза объясняли, что живые существа зарождались из сухой травы и воды. Им казалось недостоверным утверждение сторонников теории биогенеза, что в воздухе могут содержаться споры, проникающие в жидкость после ее охлаждения. Приверженцы теории биогенеза предполагали, что споры превращались в активные живые организмы. По всей видимости, говорили они, чистый воздух представляет собой сложную смесь, и каждый раз, когда человек делает вдох, внутрь него попадает множество странных существ! Время показало, что они оказались правы.

Те, кто верили в биогенез, пришли к выводу, что если оградить сосуд с кипяченым настоем от контакта с воздухом, то микробы в нем не зародятся. Проверить это предположение пытался еще в 1711 году Луи Жобло (1645–1723), но окончательно подтвердить гипотезу биогенеза удалось лишь великому биологу Луи Пастеру (1822–1895). Он доказал, что:

все наблюдения и эксперименты по получению живых существ из неживых материалов оказались ложными;

ни один эксперимент не показал, что возможно спонтанное самозарождение организмов.

См. также статью «Самозарождение жизни».

БИОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ЗАКОН КАК СВИДЕТЕЛЬСТВО ЭВОЛЮЦИИ

Сходство в развитии эмбрионов позвоночных подтолкнуло ученых второй половины XIX века к тщательному изучению этого вопроса. Впервые наличие связи между развитием эмбриона и вида предположил известный эмбриолог Карл Эрнст фон Бэр (современник Дарвина). Однажды он заметил, что, рассматривая заспиртованные зародыши позвоночных, помещенные в сосуды без этикеток, не может точно установить, к какому классу животных они относятся. Это с равным успехом могли быть зародыши ящериц, птиц или млекопитающих, поскольку на ранней стадии развития сходство между ними оказалось потрясающим. Его исследования позволили сделать вывод, что развитие отдельного эмбриона повторяет стадии эволюционного развития группы, к которой принадлежит этот индивид. Таким образом, ученые пришли к выводу, что возможно проследить этапы эволюционного процесса, изучая развитие эмбрионов.

Спустя приблизительно 50 лет после начала исследований Бэра другой известный биолог, Эрнст Геккель, предложил свою теорию рекапитуляции. Основная идея которой состоит в том, что онтогенез повторяет филогенез, то есть развитие отдельного индивида повторяет эволюцию всего вида. Это все равно, что сказать, будто в процессе эмбрионального развития индивид проходит стадии своих древних предков и восходит по эволюционному древу.

На ранних стадиях эмбрионального развития все позвоночные демонстрируют значительное сходство, что указывает на их происхождение от общего предка. Схожесть касается не только внешних черт, но и строения таких важных внутренних структур, как сердце и артериальная система. Однако в наши дни к идее эмбрионального сходства подходят с осторожностью. Хотя биогенетический закон в целом верен, старые взгляды на то, что зародыш человека во время раннего развития проходит через стадии рыб, земноводных и рептилий, являются чересчур упрощенным толкованием сложной эмбриологии высших животных.

См. также статьи «Биогеографические свидетельства эволюции», «Сравнительная анатомия», «Ископаемые свидетельства эволюции», «Геккель, Эрнст Генрих».

БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ

Изучая современное распределение членов группы, а также окаменелых остатков предков, мы можем получить много свидетельств эволюции и последующего распространения животных и растений по всему миру. Существует много примеров подобного рода; один из самых хорошо документированных — семейство верблюжьих. Лама и ее родственники, викунья и гуанако, распространены в Южной Америке. Ареалы распространения верблюдов находятся в Северной Африке, в Аравии и Азии. Они постепенно расселились по разным регионам из одной общей точки происхождения этого семейства.

В наши дни сохранилось только два вида — лама (*Lama*) и верблюд (*Camelus*), хотя в прошлом их было гораздо больше. Идентифицировано по крайней мере 25 ископаемых родов верблюжьих. Появившись в верхнем эоцене (около 50 миллионов лет назад), все они, кроме одного рода, обитали в Северной Америке. Единственные останки, найденные за пределами Северной Америки, датируются плейстоценом (2 миллиона лет назад) и принадлежат ныне живущим видам или палеоламе (*Paleolama*), вымершему виду южноамериканской ламы. Несмотря на современное распределение членов семейства верблюжьих, изначальным регионом их распространения, несомненно, была Северная Америка. Позже они переселились в Азию, эволюционировав в одногорбого и двугорбого верблюдов (дромадер и бактриан), и в Южную Америку, став предками лам, викуний и гуанако.

Собраны также хорошие свидетельства распространения сумчатых. Предположительно изначально они появились в Южной Америке и Австралии, которые когда-то были единым материком. Австралия отделилась от основного массива суши до того, как развились современные плацентарные млекопитающие.

Процесс эволюционного развития необязательно охватывает целые континенты. Часто для того, чтобы популяции растений или животных перешли из одного географического региона в другой, требуются миллионы лет и наличие путей сообщения. При дрейфе материков эти пути сообщения меняются и исчезают. Некогда удалившаяся группа может оказаться в изоляции — за океаном, высокими горами или территориями с неблагоприятным климатом.

См. также статьи «Адаптивная радиация», «Сравнительная

анатомия», «Дрейф материков», «Ископаемые свидетельства эволюции», «Естественный отбор», «Биогенетический закон как свидетельство эволюции».

БРУМ, РОБЕРТ

Роберт Брум (1866–1951) — выдающийся ученый, внесший значительный вклад в развитие палеонтологии, особенно палеонтологии рептилий и предков человека. В 1925 году шотландец Брум отправился в качестве врача в Южную Африку, где инспектировал отдаленные поселения. Одновременно с этим он успешно занимался палеонтологией и за свои исследования даже получил медаль Лондонского королевского общества.

В 1934 году в возрасте 68 лет Брум оставил медицинскую деятельность и начал работать в Трансваальском музее в Претории. Научные занятия подтолкнули его к решению найти дополнительные свидетельства существования австралопитека (*Australopithecus africanus* обезьяна из Африки). В 1920 годах останки этого существа были найдены в известняке из каменоломен, и Брум тоже решил поискать там же удачи. Однажды в воскресный день 1936 года он поехал осматривать известняковые пещеры в Стрекфонтейне, близ Иоганнесбурга. Он узнал, что управляющий каменоломен, мистер Барлоу, однажды работал в районе, где были найдены останки обезьяноподобного существа, и сохранил их для продажи туристам. Владелец каменоломен даже составил небольшой буклет об окрестностях Иоганнесбурга — «Приезжайте в Стрекфонтейн и найдите недостающее звено». Странное пророчество сбылось на самом деле, и его исполнил Брум. 17 августа 1936 года Барлоу протянул ему окаменелый остаток мозга, который, как выяснилось, принадлежал австралопитеку. В этот день и на следующий Брум обнаружил отпечаток верхней части черепа и его основания, а также части лобной и боковых костей.

Его искренняя радость от находки выражена следующими словами:

«Приступить к поискам черепа взрослого австралопитека и найти таковой череп или, по крайней мере, принадлежащий его родственнику, всего за три месяца — это рекорд, которым мы с полным правом можем гордиться. А отправиться в Стрекфонтейн и найти то, что искали за девять дней — это еще лучше».

Неутомимый доктор Брум скончался в 1951 году в возрасте 85 лет, до последнего момента сохраняя интерес к жизни и палеонтологии.

ВЕЛИКОЕ ВЫМИРАНИЕ

Наиболее известное вымирание из всех массовых случаев приходится на конец мелового периода, около 65 миллионов лет назад. Предполагается, что причиной его послужило столкновение Земли с гигантской кометой, но когда в начале 1980 годов это мнение впервые было высказано, многие ученые отнеслись к нему скептически.

Неоспоримые свидетельства этого события удалось предоставить Луису Алваресу и его сыну, Уолтеру Алваресу. В тонком слое глины, отделяющем меловые отложения мезозойской эры от отложений кайнозойской эры, они нашли высокое содержание иридия. Впервые они обнаружили эту прослойку в центре Италии, а позднее в Мексике, Антарктиде и Тунисе. И везде, где ученые исследовали границу мел-палеоцен, они находили повышенное содержание иридия. Этот элемент содержится в глубоких слоях мантии, но редко на поверхности. Иногда он появляется на поверхности в результате вулканической активности, но также содержится в метеоритах и кометах.

На полуострове Юкатан в Мексике был найден кратер Чикшулуб, который вполне мог быть следом столкновения с небесным телом. Возникновение такого кратера можно объяснить столкновением с астероидом около 10 километров в диаметре. В 1996 году нашлись доказательства, что роковой астероид врезался в полуостров под углом 20–30° с южной стороны, вызвав дождь расплавленных обломков на северо-западе. В результате возникло огромное облако расплавленной и превращенной в пар горной породы, сжигающее все на своем пути по направлению на запад Северной Америки. Фрагменты горных пород и метеорита могли быть выброшены в атмосферу и снова выпасть на поверхность в виде мелких метеоритов, усиливая эффект разрушения. Сильный порыв ветра унес большую часть атмосферы Земли в космическое пространство. Компьютерные модели свидетельствуют о том, что ветры достигали скорости по меньшей мере 500 километров в час, а остатки горения образовали 70 миллиардов тонн сажи, что равнозначно сгоранию 25 % всего органического материала планеты.

См. также статью «Катастрофы».

ВИДЫ

Существует почти столько же определений термина «вид», сколько самих видов. Проблемы с определением возникают, потому что с точки зрения таксономии видом называются организмы, обладающие особыми морфологическими признаками, которые описываются по некоторым мертвым типичным представителям. Однако в природе виды различаются во времени и пространстве; существуют градации в форме, что приводит к неясности, где заканчивается один вид и начинается другой. Например, американский певчий воробей, распространенный в США, имеет много местных разновидностей, различающихся по оперению и свисту. Но все эти разновидности принадлежат к одному виду так же, как и люди разных рас. Они могут скрещиваться и давать смешанное потомство. Именно возможность скрещиваться и объединяет организмы одного вида, ограничивая их от представителей других видов. Расы и разновидности дают плодовитое потомство, что невозможно у видов. Наиболее продуктивное определение вида, которое используется в биологии, дано известным зоологом Эрнстом Майром:

«Вид — это группа скрещивающихся или обладающих такой возможностью популяций, которая репродуктивно изолирована от других подобных групп».

Такое определение, конечно же, не подходит к самооплодотворяющимся организмам или организмам, размножающимся неполовым путем. Тем не менее такие группы тоже обычно называются видами, потому что они состоят из очень похожих друг на друга организмов. Таким образом, виды — это крупнейшие группы организмов с общим генофондом. Всего на Земле в настоящее время существует около 3 миллионов таких групп, но их число и признаки со временем изменяются. Некоторые из этих видов находятся в устойчивой связи с окружающей средой, другие вымирают, а третьи развиваются и образуют новые виды.

С развитием новых генных технологий, таких, как генетический анализ, определение общего генофонда становится более плодотворным методом выделения видов, нежели субъективные таксономические методы, основанные на внешних признаках.

См. также статью «Генетический анализ».

ГАЛАПАГОС, ОСТРОВА

Чарлз Дарвин посетил острова Галапагос в 1835 году во время кругосветной экспедиции на корабле «Бигл». Там ему пришла идея о естественном отборе. Острова Галапагос получили свое название от испанского слова *galapago* — черепаха; иногда их также называли Заколдованными островами. Это группа островов вулканического происхождения, лежащая в 580 милях к западу от побережья Эквадора, обладает уникальной экосистемой животных, которые за время изоляции развили различные специализированные приспособления. Дарвин писал о них: «Нигде больше не найдешь маленький мир с такими обитателями». Там встречаются морские игуаны до полуметра длиной, питающиеся водорослями; их Дарвин называл «демонами тьмы, черными, как пористые камни, по которым они ползают». Он обнаружил гигантских черепах, различающихся по размеру панцирей и способу добывания пищи, в зависимости от того острова, на котором они обитают. Эти гигантские черепахи уже не живут в глубине островов, хотя там находят их ископаемые останки. Сегодня на Галапагосах существует десять различных пород черепах (изначально там было по меньшей мере 15 разновидностей, но за последние 400 лет 5 из них исчезли по вине людей). И только одна порода, потомок вида, который некогда обитал на острове Пинта, обитает сейчас на воле. Остальные разновидности содержатся на исследовательской станции имени Чарлза Дарвина на острове Санта-Крус.

В 1957 году группа ученых в сотрудничестве с защитниками окружающей среды и журналом «Лайф» предложила сделать некоторые из островов заказниками, в которых сохранялись бы уникальные фауна и флора. Была образована станция имени Чарлза Дарвина, служащая международным исследовательским центром.

Пожалуй, самым известным наблюдением Дарвина является изучение островных птиц, прежде всего вьюрков. Дарвин обнаружил 13 разновидностей, которые произошли от общего предка, прибывшего с Большой Земли. Он предположил, что птицы колонизировали острова в основном в процессе адаптации, которая позволила им эксплуатировать доступные пищевые ресурсы.

См. также статьи «Дарвинизм», «Дарвиновы вьюрки», «Естественный отбор», «Экспедиция „Бигла“».

ГЕККЕЛЬ, ЭРНСТ ГЕНРИХ

Эрнст Генрих Геккель (1834–1919) — известный немецкий натуралист, пропагандировавший теорию Дарвина и первый составивший генеалогическое древо животного мира. Он родился в Потсдаме; в 1862 году стал профессором сравнительной анатомии и директором Зоологического института в Йене. Основную часть жизни провел в Йене, за исключением экспедиций и поездок с курсом лекций.

В то время в ученом мире велось много споров по поводу работы «Происхождение видов», которую Дарвин опубликовал в 1859 году. Геккель стал убежденным сторонником этой теории и сделал многое для популяризации идей дарвинизма в Германии. Он известен прежде всего тем, что сформулировал биогенетический закон и теорию рекапитуляции. Впервые свои взгляды на процесс формирования индивида (онтогенез) еще в 1828 году изложил Карл Эрнст фон Бэр; в 1863 году последовало более подробное исследование Иоганнеса Мюллера.

Однако именно Геккель интерпретировал законы развития эмбрионов с точки зрения эволюционной теории и расширил границы первоначальных идей, так что начиная с 1 года авторство этих законов стали приписывать ему.

Биогенетический закон гласит, что эмбрион любого вида повторяет в своем развитии основные этапы эволюции своего вида или, выражаясь научным языком, что «онтогенез повторяет филогенез».

Карл Эрнст фон Бэр в своей публикации писал, что ранние стадии развития зародыша животных не повторяют поздние стадии развития животных, находящиеся на нижних ступенях формирования, а соответствуют ранним стадиям развития этих животных. Геккель в своей теории рекапитуляции утверждал, что у эмбриона повторяются признаки поздних этапов развития взрослых животных. В качестве примера он приводил жаберный карман эмбриона птицы, который якобы повторяет по структуре жаберные щели взрослых рыб. Данная теория рекапитуляции оказалась ложной, поскольку жаберный карман эмбриона птицы имеет сходство с жаберными щелями эмбрионов рыб.

См. также статьи «Дарвинизм», «Биогенетический закон как свидетельство эволюции».

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

В 1980 годах профессор Алек Джеффрис из Лестерского университета доказал наличие многочисленных участков ДНК, которые не следует считать кодом аминокислот. Эти участки назвали минисателлитные ДНК. Тысячи ДНК разбросаны по всем хромосомам; возможно, это результат ошибок при воспроизведении ДНК. Количество раз, которое повторяются эти участки, почти уникально для каждого индивида. Если изучить участки ДНК, то можно получить генный профиль человека.

Шанс, что два человека имеют один и тот же генный профиль, равен одной миллионной, если только они не однояйцовые близнецы.

Генный профиль получают следующим образом:

1. Из любой ткани выделяют клетки.

2. Из ядра клеток выделяют ДНК.

3. ДНК разрезают на фрагменты при помощи рестрикционных ферментов.

4. Фрагменты отделяют друг от друга при помощи электрофореза.

Это процесс, при котором смесь взвешенных частиц в электропроводящем растворе подвергают действию электрического поля. Электрически заряженные ДНК движутся к противоположно заряженным электродам: позитивно заряженные движутся к катоду, а негативно заряженные — к аноду. Скорость передвижения различна и зависит от размеров фрагмента.

5. Фрагменты переносят на нейлоновую мембрану и подвергают так называемому саузерн-блоттингу. Нейлоновая мембрана помещается между гелем и листами промокательной бумаги. Фрагменты ДНК переходят в мембрану.

6. На мембрану наносят гидроокись натрия. Она разделяет ДНК на отдельные нити, не повреждая последовательности оснований.

7. Фрагменты ДНК идентифицируются посредством ДНК-зонда. Это часть ДНК с базовым основанием, комплементарным (взаимно дополняющим) к основанию минисателлитной ДНК. Зонд метят радиоактивным индикатором, который оставляет следы на рентгеновской пленке.

8. Рентгеновскую пленку помещают на мембрану и проявляют. В результате получают рисунок полосок, похожий на штрих-код товара. По ним видно, где зонд соединился с ДНК.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Географические барьеры оказывали основное влияние на образование новых видов. Если особи одной популяции не могут достичь особей другой популяции, то они не скрещиваются. Дрейф материков, образование гор и вулканическая активность часто создавали барьеры, разделявшие представителей одного вида. В озерах, представляющих собой остатки более крупных пресных водоемов, развивались различные подвиды рыб. Возьмем для примера радужную форель, обитающую в США. Все современные подвиды произошли от одного вида, который когда-то мог достичь любой точки водоема, ныне поделенного на отдельные озера и реки. В Великобритании сохранилась озерная форель, оказавшаяся в некоторых изолированных озерах, сохранившихся после таяния ледника.

В Австралии распространение разнообразных сумчатых и отсутствие плацентарных млекопитающих произошло в результате физического отделения материка от остальных частей света. Сумчатые возникли в Северной Америке, затем распространились по Южной Америке и Европе. Но в Северной Америке и в Европе они вымерли, потому что не могли выдержать конкуренции с плацентарными.

Однако из Южной Америки они пересекли Антарктиду и достигли Австралии. При отсутствии конкуренции со стороны плацентарных они образовали большое количество современных видов благодаря дивергенции и адаптивной радиации.

Острова возникают различными способами, такими, как прибрежная эрозия, вулканическая активность или образование кораллов, но в любом случае окружающая среда оказывает глубочайшее воздействие на эволюцию организмов. Естественный отбор приводит к быстрому изменению и разветвлению «иммигрантов».

Естественный отбор привел к образованию форм, значительно отличающихся от тех видов, что обитали изначально на островах, например дарвиновы вьюрки.

См. также статьи «Адаптивная радиация», «Аллопатрическое видообразование», «Дрейф материков», «Дарвиновы вьюрки», «Галапагос, острова», «Естественный отбор», «Ниша», «Репродуктивная изоляция».

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

Миллионы лет назад
Эон
Эра
Период
Вымершие виды
Вехи на пути эволюции
Фанерозой
Протерозой
Архейский
Гадейский
Докембрий
Палеозойская
Мезозойская
Кайнозойская (третичный и четвертичный периоды)
Голоцен 0,01
Плейстоцен 2
Плиоцен 5
Миоцен 24
Олигоцен 37
Эоцен 58
Палеоцен 65
Меловой 144
Юрский 202
Триасовый 245
Пермский 286
Каменноугольный 360
Девонский 410
Силурийский 433
Ордовикский 505
Кембрийский 540
Крупные млекопитающие
Млекопитающие
Млекопитающие, панцирные морские животные
Динозавры, морские пресмыкающиеся, птерозавры, панцирные морские животные, аммоноидеи, коралловые моллюски
Панцирные морские животные
Панцирные морские животные, динозавры, аммоноидеи
Панцирные морские животные, рифостроители, зверообразные рептилии, аммониты, крокодилы, улитки
Панцирные морские животные, рифостроители, зверообразные рептилии, аммоноидеи, последние трилобиты
Панцирные морские животные, рифостроители, трилобиты, примитивные рыбы, аммоноидеи
Панцирные морские животные, рифостроители, трилобиты, наутилоиды
Трилобиты
Панцирные морские животные, рифостроители, трилобиты
Первые люди
Киты, летучие мыши, современные млекопитающие
Цветковые растения
Первые птицы
Первые динозавры и млекопитающие
Пресмыкающиеся
Выход земноводных на сушу
Растения на суше
Первые (бесчелюстные) рыбы
Первые разнотипные животные
540
Первые твердопанцирные животные
Первые многоклеточные животные
Клетки-эукариоты
Первый кислород в атмосфере
2500
Строматолиты
Ранние формы жизни
Древнейшие горные породы
4000
Древнейшие кристаллы циркона
4200
4550
Образование Земли
Образование Солнца

ГИНКГО ДВУЛОПАСТНЫЙ

В свое время появление группы саговниковых растений создало настоящий эволюционный прорыв. Эти растения внешне напоминают пальму и имеют большие стволы с жесткими листьями у основания. Около 120 миллионов лет назад они были широко распространены по всей планете, но сегодня встречаются только в тропических и субтропических регионах. Это одни из первых семенных растений. Близкий родственник древних саговниковых вполне может претендовать на роль самого древнего растения в мире и с полным правом называться живым ископаемым. Это гинкго двулопастный (*Ginkgo biloba*), единственный уцелевший вид семейства и отдела гинкговых, современник динозавров. Он имеет уникальные вееровидные двулопастные листья, окаменелые останки которых встречаются в отложениях пермского периода (286–245 миллионов лет назад). По всей видимости, эти растения появились в каменноугольный период (360–286 миллионов лет назад).

На территории Великобритании гинкго сохранялся до середины третичного периода (около 50 миллионов лет назад). Во время юрского периода (около 200 миллионов лет назад) он достиг наивысшего расцвета и распространился по всему миру. Этому во многом способствовал тот факт, что его семена долгое время могут находиться в морской воде, не теряя жизнеспособности. Но с тех времен ареал его распространения постепенно сокращался, и в настоящее время, по всей видимости, в диком виде он уже не встречается.

Известные гинкговые деревья лондонского Кьюгарденз были посажены в 1760 году. В Китае и Японии гинкго с незапамятных времен сажали возле храмов. Вероятно, он и сохранился только потому, что китайцы считали его священным растением. Сегодня его можно встретить во многих городах, в парках или даже на улицах в качестве зеленых насаждений, поскольку он хорошо переносит болезни, загрязнения воздуха и устойчив к насекомым-вредителям.

Название «гинкго» является в некотором роде этимологической загадкой. Предполагается, что оно происходит от искаженного японского «гинко», соответствующего двум китайским иероглифам со значением «серебряный плод», что указывает на плоды этого дерева, похожие на сливы.

Их семена часто продаются на китайских рынках в виде соленых орешков. См. также статью «Живые ископаемые».

ДАРВИН, ЧАРЛЗ

Теория эволюции обычно связывается с именем Чарлза Дарвина, который в конце 1850 годов предложил на рассмотрение ученому миру свою гениальную гипотезу естественного отбора.

Дарвин родился в английском городе Шрусбери в семье состоятельного доктора. В местной частной школе он получил обычное для того времени образование, в которое входило заучивание стихов на латинском и греческом языках, а также классическая история и география. В учебный план естественная история не входила, и потому он удовлетворял свой интерес в этой области, читая книги. В сарае сада он проводил эксперименты и гулял по окрестностям, ловил рыбу, охотился и собирал минералы, камни и насекомых. Его отец относился к этим занятиям неодобрительно.

«Ленивого» мальчика отослали в Эдинбург изучать медицину. Вид двух операций, проведенных без обезболивания, вызвал в нем отвращение, и через два года, когда стало ясно, что медицина не для него, 17-летний юноша вернулся в Шрусбери. Семья решила, что он должен стать священником, и в 1828 году он начал изучать богословие в Кембридже. Но Чарлз по-прежнему не проявлял особого интереса к учебе и только сердил отца, которому не нравились образ жизни его сына и его друзья.

Окончив в 1831 году обучение со скромной степенью бакалавра, Дарвин уже приготовился принять посвящение, но вмешался случай. По совету своего профессора и наставника, Джона Хенслоу, Дарвин записался в кругосветную экспедицию на военном корабле королевского флота «Бигл» в качестве неоплачиваемого натуралиста. Это был поворотный пункт в его жизни, потому что отплыл из Англии неизвестный молодой человек без особых целей в жизни, а вернулся гениальный наблюдатель природы. Наблюдения и выводы, сделанные им во время путешествия, легли в основу одной из самых знаменитых в истории человечества книг. В 1859 году Дарвин опубликовал труд «Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь», более известный как «Происхождение видов».

См. также статьи «Дарвинизм», «Экспедиция „Бигла“».

ДАРВИНИЗМ

Дарвинизм — это предложенная Дарвином теория, объясняющая механизм эволюционного развития. Она утверждает, что в любой популяции организмов с различными признаками только наиболее приспособленным удается выжить и произвести потомство. Менее приспособленные к условиям окружающей среды особи погибают, не оставив потомства. Поэтому неблагоприятные признаки, которыми обладают менее приспособленные особи, не передаются по наследству и исчезают, а благоприятные признаки становятся более распространенными. С течением времени характерные черты вида меняются, и это приводит к образованию нового вида.

Слабость теории Дарвина состоит в том, что она не объясняет причины изменчивости, на основе которой действует естественный отбор. В то время полагали, что признаки родителей смешиваются во всем потомстве. Этот недостаток теории был восполнен работами Грегора Менделя и его описанием дискретной наследственности.

Другая слабость дарвинизма состояла в том, что Дарвин не мог доказать теорию на практике. Он был знаком с принципами искусственного отбора, но ничего не мог знать о генах, так как труды Менделя признали только в 1900 году. Из многотысячелетнего опыта человечества известно, что благодаря отбору животных и растений с желаемыми признаками можно вывести новые разновидности. Дарвин продемонстрировал применение принципов искусственного отбора на примере получения новых пород голубей в графстве Кент. По всей видимости, это было единственное экспериментальное свидетельство в пользу его теории естественного отбора. Он сделал вывод, что природа может действовать как человек и направлять отбор организмов. Дарвин предположил, что этот процесс носит более случайный и непредсказуемый характер, чем искусственный отбор под надзором людей.

См. также статьи «Искусственный отбор животных», «Искусственный отбор растений», «Дарвин, Чарлз», «Дарвиновы вьюрки», «Менделизм», «Естественный отбор», «Естественный отбор под влиянием хищников».

ДАРВИНОВЫ ВЬЮРКИ

В 1835 году Чарлз Дарвин, находясь в составе экспедиции на борту корабля «Бигл», посетил острова Галапагос. Вьюрки, которых он там обнаружил, позже назвали «дарвиновыми», поскольку наблюдение за этими птицами послужило одним из толчков к составлению теории эволюции методом естественного отбора. Предков этих вьюрков предположительно занес на эти острова сильный ветер, и, оказавшись на неосвоенной территории, они эволюционировали в несколько различных разновидностей, заполнив пустые ниши, имеющиеся на островах. Во многих аспектах их жизни можно наблюдать процесс дивергенции от общего предка и различные приспособления к условиям обитания.

Эти вьюрки характерны исключительно для Галапагосов. За исключением одного вида, к северо-западу, нигде в мире они больше не встречаются. Их предки прибыли сюда из Южной Америки, в 600 милях к востоку.

Внешне дарвиновы вьюрки не особо интересны — они имеют серовато-коричневую окраску, с черными пятнами у некоторых самцов, и среди 14 видов (из которых Дарвин открыл 13) наблюдается очень мало вариаций, за исключением строения клюва и рациона. Это как раз и необычно, так как на материке вьюрки отличаются преимущественно по оперенью, а не по строению тела.

Формы клювов связаны с типом пищи, которую потребляют вьюрки. Они варьируются от твердых до мягких, и от них зависит выживание вьюрков в той или иной нише. На Галапагосах мало других видов птиц, и потому предки вьюрков не встретили особой конкуренции. Там, где есть конкуренция, например на морском побережье, вьюркам не удалось занять эти ниши. По всей видимости, из-за конкуренции с хищными птицами, вьюрки не стали питаться мясом, хотя один вид потребляет кровь олуш, сидящих на гнездах, и питается яйцами. Ниша дятлов была занята одним из вьюрков, который при помощи кактусовой колючки выковыривает личинок жуков из коры деревьев.

См. также статьи «Галапагос, острова», «Естественный отбор», «Ниша», «Экспедиция „Бигла“».

ДАРТ, РАЙМОНД

Когда в 1924 году южноафриканский анатом австралийского происхождения, Раймонд Дарт, рассматривал окаменелости в кусках известняка, собранных управляющим карьера Туанга (место львов) на северо-востоке пустыни Калахари, он обнаружил окаменелый череп ребенка. Этот объект стал одним из самых важных доказательств происхождения человека из Африки. Дарт как раз собирался уйти из дома, чтобы быть шафером на свадьбе друга, когда решил взглянуть на куски известняка и окаменелости, которые ему доставили в тот день. То, что он увидел, чрезвычайно его поразило; позже он заявил, что обнаружил «недостающее звено» между обезьянами и человеком и, следовательно, нашего прямого предка. Эти останки назвали ребенком Дарта.

В свое время Дарта называли еретиком, потому что тогда считалось, будто первым шагом на пути эволюционного расхождения людей от обезьян было развитие крупного мозга. Черты ребенка из Туанга были прямо противоположными: у него была небольшая черепная коробка (указывающая на маленький мозг), а также челюсти и зубы, похожие на человеческие. До открытия Дарта родиной человечества называли Азию, но Дарт и Луис Лики развеяли этот миф.

Эксперты-антропологи 1920 годов опровергли теорию Дарта о том, что ребенок из Туанга, так называемый австралопитек (*Australopithecus africanus* — южная африканская обезьяна), является предком людей. Дарт расстроился и почти прекратил поиски родины гоминидов. В каменоломнях больше не находили останков, похожих на останки ребенка из Туанга. В 1990 годах было сделано предположение, что в то место ребенка притащила хищная доисторическая птица, поскольку отметки на его черепе могли быть оставлены когтями или клювом. И только Роберт Грум в 1938 году опроверг заключение экспертов и доказал правоту Дарта.

См. также статьи «Брум, Роберт», «Лики, Луис».

ДИНОЗАВРЫ

Во время триасового периода (245–202 миллиона лет назад) пресмыкающиеся архозавры (правящие ящеры) эволюционировали в четыре основные группы: два отряда динозавров, птерозавров и крокодилов. Две группы динозавров (ящеротазовые и птицетазовые) были в не более близких отношениях между собой, чем с крокодилами или птерозаврами. Так что термин «динозавр» хотя и широко используется в популярной литературе, не является научным определением какой-либо специфической таксономической группы. Слово «динозавр» образовано от греческих слов *deinos* — ужасный и *sauros* — ящер. Его придумал в 1842 году Ричард Оуэн, директор Лондонского музея естественной истории.

Наши знания о двух группах динозавров весьма ограничены, поскольку нам приходится полагаться только на изучение окаменелых остатков. Больше всего мы знаем о тех животных, которые обитали в болотах или рядом с реками, потому что тела, попавшие во влажную землю, вероятнее всего, становятся окаменелостями. Что же касается тех, кто обитал в глубине суши или в горах, то о них нам известно меньше. Так, нам известно о существовании четвероногих птицетазовых динозавров с рогами и шипами на шее. Их тяжелые черепа были найдены в отложениях древних рек и болот, куда их смыли горные потоки. Интересно, что черепа динозавров, обитающих в болотах, сохранились хуже, поскольку обычно они были легче и быстро ломались.

Возможно, самое ранее упоминание остатков динозавров — китайское описание «костей дракона», сделанное более 1700 лет назад; американские индейцы использовали окаменелые кости и зубы в качестве амулетов. Первое научное описание динозавра — мегалозавра — сделал в 1824 году англичанин Уильям Бакленд, профессор геологии Оксфордского университета. Это было животное 7 метров в длину с тремя огромными когтями на задних ногах. У него были клыки для разрывания мяса на куски и череп, по всей видимости, располагался на S-образном изгибе короткой шеи, как у птиц. К концу 1920 годов окаменелые останки динозавров были найдены на всех материках.

См. также статьи «Птицетазовые динозавры», «Ящеротазовые динозавры», «Оуэн, Ричард».

ДРЕЙФ ГЕНОВ

Иногда эта концепция называется «эффект Сьюэлла-Райта», в честь предложивших ее двух популяционных генетиков. После того как Мендель доказал, что гены являются единицами наследственности, а Харди и Вайнберг продемонстрировали механизм их поведения, биологи поняли, что эволюция признаков может происходить не только посредством естественного отбора, но и случайно. Дрейф генов зависит от того, что изменение частоты аллелей в малых популяциях обусловлено исключительно случаем. Если число скрещиваний невелико, тогда реальное соотношение различных аллелей гена может сильно отличаться от рассчитанного на основе теоретической модели. Дрейф генов — это один из факторов, нарушающих равновесие Харди-Вайнберга.

На большие популяции со случайным скрещиванием огромное воздействие оказывает естественный отбор. В этих группах отбираются особи с адаптивными признаками, а другие безжалостно отсеиваются, и популяция методом естественного отбора становится более приспособленной к окружающей среде. В малых популяциях идут другие процессы и на них влияют другие факторы. Например, в малых популяциях велика вероятность случайного изменения частоты генов. Такие изменения не вызваны естественным отбором. Понятие дрейфа генов очень важно для малых популяций, поскольку они имеют малый генофонд. Это значит, что случайное исчезновение или появление аллеля гена у потомства приведет к значительным изменениям в генофонде. В больших популяциях такие колебания не приводят к заметным результатам, поскольку уравновешиваются большим числом скрещиваний и притоком генов со стороны других особей. В малых популяциях случайные события могут привести к эффекту «бутылочного горлышка».

Согласно определению, под дрейфом генов понимают случайные изменения генных частот, вызванные малой численностью популяции и нечастым скрещиванием. Дрейф генов наблюдается среди малых популяций, например, у островных переселенцев, у коала или больших панд.

См. также статьи «Эффект „бутылочного горлышка“», «Равновесие Харди-Вайнберга», «Менделизм», «Естественный отбор».

ДРЕЙФ МАТЕРИКОВ

В 1912 году немецкий ученый Альфред Вегенер предположил, что около 200 миллионов лет назад все материки Земли составляли единый массив суши, который он назвал Пангеей. В последующие 200 миллионов лет Пангея разделилась на несколько материков, которые стали постепенно перемещаться по направлению к их современному положению. Эта идея не получала широкой поддержки до 1960 годов, когда были получены доказательства теории Вегенера. Наиболее убедительное свидетельство основано на магнетизме потоков лавы. Когда поток лавы застывает, то металлические частицы в лаве ориентируются в направлении магнитного поля Земли. Поэтому геологи могут определить направление север — юг, каким оно было в то время, а также бывшую широту этого участка. Исходя из этого, можно составить карту древней Земли и увидеть, как материки располагались раньше. Конечно, дрейф материков продолжается и в наши дни.

Геологи давно знали, что поверхность Земли представляет собой подвижную кору, постоянно изменяющуюся, сжимающуюся и вспучивающуюся под воздействием огромных глубинных сил. Известно, что эти изменения затрагивают громадные куски земной коры, которые называются тектоническими плитами. Одни края этих плит выталкиваются наружу, другие опускаются. Там, где плиты сталкиваются, возникают складки — горные цепи. Когда такие горные массивы возникают на дне океана, они вытесняют воду и океан расширяется. При помощи сверхточных инструментов, расположенных на спутниках, ученые узнали, что Великобритания удаляется от Северной Америки со скоростью 5 сантиметров в год.

Представление о дрейфе материков (тектонике плит) необходимо для изучения распространения и эволюции жизни на нашей планете. Эта теория объясняет, почему останки тропических животных находят в Антарктиде и почему животный мир Австралии и Южной Америки отличается от животного мира других континентов. Дрейф материков отделяет популяции друг от друга именно таким образом, который способствует видообразованию и закладывает основы для дальнейшего независимого развития групп примитивных организмов.

Пангея начала разделяться в триасовом периоде (225 миллионов лет назад), и уже к концу мезозойской эры (65 миллионов лет назад) материки занимали приблизительно то же положение, что и сегодня.

ДЮБУА, ЭЖЕН

В 1891 году Эжен Дюбуа (1858–1940) обнаружил на Яве останки древнего гоминида, названного «Яванский человек» или *Homo erectus* — человек прямоходящий. Сейчас считается, что ему 1,8 миллиона лет. В 1877 году в возрасте 19 лет Дюбуа начал изучать анатомию и естественную историю в Амстердамском университете. Через несколько лет он решил найти настоящие останки древнего обезьяноподобного человека и предположил, что искать их следует в Вест-Индии. На его решение, по всей видимости, повлияли работы Геккеля, прославленного немецкого биолога того времени. Дюбуа обратился к правительству Нидерландов с просьбой выделить средства на научную экспедицию в восточные голландские владения. Разумеется, предложение неизвестного ассистента профессора отправить дорогостоящую экспедицию на поиски воображаемого существа не вызвало доверия у правительства, и оно ответило отказом. Однако Дюбуа не сдался и записался Доктором на военный корабль нидерландского флота. В возрасте 29 лет, оставив преподавание анатомии в Амстердамском университете, вместе с женой и ребенком он отправился в голландские владения в Вест-Индии. Там он сделал одно из величайших открытий в истории человечества — нашел «недостающее звено».

Драгоценную окаменелость обнаружили работники, и сам Дюбуа не видел, как ее извлекали из-под земли. Это была часть черепа; Дюбуа показалась, что она слишком большая, чтобы быть черепом обезьяны и слишком маленькая, чтобы быть черепом человека. В мае 1892 года в 13 метрах от первой находки было обнаружено бедро, принадлежавшее, скорее всего, той же особи. На основании остатков Дюбуа сделал предположение, что это было прямоходящее человекообразное существо и потому этого обезьяночеловека назвали *Homo erectus*.

Но когда Дюбуа вернулся домой, его открытие подвергли жестоким насмешкам. Правота ученого подтвердилась только в 1930 годах.

См. также статью «Геккель, Эрнст Генрих».

ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Естественным отбором считается процесс, который Дарвин назвал «борьба за существование», при котором наиболее приспособленные организмы выживают, а наименее приспособленные погибают. Согласно положениям дарвинизма, естественный отбор в популяции с изменчивыми признаками приводит к эволюции и образованию новых видов. Некоторые индивиды, более приспособленные и более удачливые в плане размножения, передают свои черты потомству, и, таким образом, количество индивидов с удачными признаками растет с каждым поколением. Дарвин полагал, что по природе индивиды обладают различной способностью к размножению и что природа сама регулирует необходимые в том или ином окружении признаки организмов.

Логика дарвиновской теории основывалась на наблюдениях и выводах. Сформулировать его теорию позволили три основных наблюдения и два вывода:

Первое наблюдение было высказано в работе Мальтуса «Опыт о законе народонаселения»: организмы имеют тенденцию размножаться в геометрической прогрессии — 2, 4, 8, 16, 32 и так далее.

Второе наблюдение заключалось в том, что количество особей одного вида в течение долгого времени остается более или менее постоянным.

Первый вывод, сделанный на основе этих наблюдений: в природе идет постоянная борьба за выживание. Организмы, победившие в этой борьбе, получают шанс на воспроизведение потомства.

Третье наблюдение заключалось в том, что организмам свойственна изменчивость.

Второй вывод касался положения о естественном отборе: некоторые индивиды получают больше шансов воспроизвести потомство, чем остальные. Их положительные признаки, скорее всего, передаются другим поколениям, а неблагоприятные признаки менее удачливых животных со временем исчезают.

Опровергнуть теорию Дарвина возможно только на основе более совершенных наблюдений и рассуждений.

См. также статьи «Дарвинизм», «Неодарвинизм».

ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР ПОД ВЛИЯНИЕМ ХИЩНИКОВ

Чарлз Дарвин осознавал важность размера популяции при определении выживаемости индивидов, соревнующихся между собой за ограниченное число ресурсов удовлетворения основных потребностей, в особенности за пищу. В этом процессе немалую роль играют и хищники; Было проведено много исследований роли хищников в естественном отборе. Наиболее примечательное из них — исследование наземных улиток рода цепея (*Cepaea*).

В Великобритании распространены только два вида — бурогубая улитка (*C. nemoralis*), и белогубая улитка (*C. hortensis*). Бурогубый вид отличается большим разнообразием, цвет его раковины может принимать три различных оттенка — коричневый, розовый и желтый. Отметки на раковинах также различны — от полного отсутствия отметин до пяти черных полос с промежуточными формами. Белогубая улитка имеет обычно желтую раковину, при этом у нее либо вовсе нет отметок, либо пять отдельных полос, промежуточные формы встречаются крайне редко. У обоих видов цвет раковины и количество отметок зависят от генов.

Исследования бурогубых улиток в различных средах обитания, таких, как луга и леса, показали, что существует прямое соответствие между желтыми раковинами и зеленым фоном. В темных местах, например в живой изгороди или в чаще букового леса, пропорция желтых раковин постепенно сходит к нулю. Полосы на раковинах также находятся в прямой зависимости от окружения. Чем более пестрое и темное окружение (например, в лесу), тем больше полос на раковине.

Главный враг бурогубых улиток — певчий дрозд. В середине апреля растительность имеет в основном бурый цвет, и желтые раковины считаются недостатком. К концу апреля желтый становится нейтральным цветом на фоне растительности, а к середине мая он преобладает.

Это очевидный пример отбора по видимым внешним признакам — определенный рисунок раковины обеспечивает маскировку на фоне определенной растительности. Однако белогубые улитки имеют разную окраску и узоры и могут обитать в той же местности, что и бурогубые. На них охотятся те же хищники, но частоты их генов могут сильно отличаться. В буковых лесах почти все бурогубые улитки не имеют полос, тогда как белогубые в основном имеют полосатые желтые раковины.

ЖИВЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Изучая окаменелости, можно сделать вывод, что ни один вид не сохраняется вечно — средний срок распространения отдельного вида длится от одного до десяти миллионов лет. Из всех видов, когда-либо обитавших на Земле, 99,9 % являются вымершими, поэтому случаи так называемых живых ископаемых крайне редки. Живым ископаемым называется живой организм, который не отличается в основных чертах от организмов, изученных по окаменелым остаткам. Это современные организмы с анатомическими или физиологическими признаками, которые присутствовали у их вымерших предков. Часто они встречаются в очень удаленных, ограниченных и почти не изменившихся средах обитания. Поэтому их эволюция протекала крайне медленно.

К этой категории принадлежат магнолия, гинкго двулопастный, двоякодышащие рыбы, некоторые моллюски, вроде наутилуса и лингулы, и целакант (латимерия). Все живые ископаемые не обязательно считаются переходным звеном от одного типа животных к другому, но некоторые сочетают признаки разных групп и свидетельствуют об их происхождении от общего предка.

В качестве примера приведем следующие виды:

Перипатус (*Peripatus*), совмещающий признаки, свойственные членистоногим и кольчатым червям.

Неопилина (*Neopilina*), которая может быть переходным звеном между кольчатыми червями и моллюсками.

Ланцетник (*Amphioxus*), который представляет собой связующее звено между позвоночными и беспозвоночными.

Изучение живых ископаемых помогает проверить уже имеющиеся данные о связи между различными группами организмов, а также сверить реконструкцию вымерших животных на основе ископаемых остатков.

Конечно же, эти современные животные и растения не совсем идентичны их ископаемым предкам, но они с полным правом могут называться живыми ископаемыми, поскольку многие их признаки сохранились с древнейших времен и похожи на признаки вымерших организмов. Иногда их называют реликтовыми видами (от лат. relictus — остаток).

См. также статьи «Целакант», «Гинкго двулопастный», «Ланцетник», «Лингула», «Наутилус», «Неопилина», «Перипатус».

ЗАКОН ХАРДИ-ВАЙНБЕРГА

Однажды в 1908 году во время обеда генетик Реджинальд Кранделл Паннет и его старый друг Г. Х. Харди из Оксфордского университета заговорили, как обычно, о генетике. Паннет сказал, что слышал критическое замечание по поводу теории Менделя, найти ответ на которое он не может. Согласно этому замечанию, если ген коротких пальцев был бы доминантным, а ген длинных пальцев рецессивным, тогда с каждым поколением число особей с короткими пальцами становилось бы все меньше и меньше. Через несколько поколений, как сказал критик, ни у кого в Британии не осталось бы длинных пальцев.

Паннет не согласился с таким выводом, но не мог объяснить, почему он неверен. Харди сказал, что ответ ему кажется довольно легким и что он может написать несколько формул прямо на салфетке. Он доказал удивленному Паннету, что при определенной частоте генов нормальных или коротких пальцев относительное количество особей с длинными или короткими пальцами остается одинаковым в каждом поколении, если только не принимать во внимание естественный отбор и другие внешние влияния, которые могли бы привести к изменению частоты генов (частотой генов называется соотношение генов различного вида). Харди подумал, что эти расчеты довольно тривиальны и их не стоит публиковать, но Паннет настоял на том, чтобы они были запечатлены не только на столовой салфетке.

Приблизительно в то же время многие развивали эту идею, в том числе и немецкий врач Вильгельм Вайнберг. Поэтому этот принцип был назван Законом Харди-Вайнберга. На самом деле его высказал еще раньше американец У. Е. Касл, но его имя, как ни странно, не попало в учебники.

Принцип можно выразить следующим образом:

При отсутствии внешних сил, изменяющих частоту генов в популяции, и при условии случайного скрещивания, частота каждого аллеля (какой она является во втором поколении) стремится оставаться постоянной в любом поколении.

Этот принцип положен в основании концепции равновесия Харди-Вайнберга.

См. также статью «Равновесие Харди-Вайнберга».

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ

Негенетические факторы могут оказывать такое же влияние на организм, как и гены, ответственные за те или иные признаки. Согласно законам наследственности, гены определяют возможное строение представителя вида, а не то, какое он приобретет в действительности. Так, растение может унаследовать гены высокого роста, но на почве, бедной питательными веществами, оно, скорее всего, останется маленьким. Фенотип организма (его внешний вид) зависит от сочетания наследственных признаков и условий окружающей среды.

Рассмотрим простой пример. Представим, что щенки восточно-европейской овчарки имеют гены, унаследованные от общих родителей. Если проследить за ростом щенков, отданных в различные семьи, то часто можно заметить, что некоторые из них становятся не такими большими и сильными, как остальные их братья и сестры. Причина может заключаться в генах или в неправильном питании и уходе за ними. Другими словами, внешняя среда оказывает не менее значительное воздействие на фенотип, чем наследственность. Изменяя условия среды, мы можем изменить фенотип. С другой стороны, щенки декоративной породы корги никогда не вырастут выше щенков овчарки, сколько их не корми. Но небольшая разница в росте щенков одной породы может быть обусловлена генетически. В одинаковых условиях за разницу в росте ответственны гены.

Хорошо известен эффект, который оказывает улучшение питания на фенотип людей. Еще в 1950 годах проводились исследования зависимости фенотипа от питания среди японских детей. Две группы мальчиков росли в разных условиях: некоторые родились и воспитывались в США, где условия в то время были лучше, а другие в Японии (с тех пор условия в Японии значительно улучшились). Те, кто рос в Америке, были в любом возрасте выше тех, кто рос в Японии. Улучшение питания и жизненных стандартов в Японии привело к тому, что сейчас дети в ней выше тех, что росли в период с 1900 по 1952 годы. То же самое произошло и в Великобритании — современные дети выше своих бывших сверстников, живших 60 лет назад.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ МЕЛАНИЗМ

Теория эволюции, предложенная Чарлзом Дарвином, испытывала недостаток доказательств. Он не мог привести пример эволюционного изменения, имевшего места в настоящий момент, но за время его жизни действительно произошел процесс, приведший к значительным изменениям одного вида. Это был так называемый «индустриальный меланизм» (изменение цвета бабочек). Впервые его механизм был продемонстрирован на примере березовой пяденицы (*Biston betularia*). Точные данные относительно изменений в популяциях этого вида представил в 1950 годах биолог Кетлуэлл. Его исследования продемонстрировали ход эволюции на примере изменения формы одного вида в результате естественного отбора.

Существуют три разновидности окраски пяденицы березовой. Типичная форма — крапчатая, с черными пятнышками, которые иногда образуют черные линии. Другая, называемая «карбонария», — черная или меланическая форма с повышенным содержанием меланина, пигмента черного цвета. Третья форма, переходная — крапчатая с белыми пятнами, которую еще иногда называют «инсулярия». До эпохи индустриальной революции меланическая разновидность была очень редкой формой мутации. Затем, когда города и окружающая их местность начали покрываться слоем сажи от сжигаемого угля, который применяли на фабриках и при отоплении домов, меланическая форма стала более распространенной, и в некоторых местах крапчатая разновидность просто исчезла. Сажа не только делала темными стволы деревьев, но и убивала лишайники, на фоне которых крапчатая разновидность была незаметной. В таких условиях типичная разновидность хорошо смотрелась на фоне темных деревьев, и ее легко распознавали хищники. Черная разновидность получила преимущество; она смогла выжить и дать потомство.

Этот феномен коснулся 10 % из приблизительно 700 видов больших бабочек Британии и привел к увеличению соотношения темных разновидностей в популяциях. Во всех случаях бабочки днем отдыхали на коре деревьев или на темных предметах. Однако не следует полагать, что таким образом образовался новый вид, так как светлая и темная разновидности могли скрещиваться и давать потомство. Тем не менее этот феномен доказал, что признаки животных могут изменяться под действием естественного отбора, вызванного изменениями среды. В 1956 году был принят закон о контроле над загрязнением воздуха и

были образованы «бездымные зоны». С тех пор ситуация изменилась в противоположную сторону, и светлая разновидность стала вновь более распространенной.

См. также статью «Естественный отбор».

ИСКОПАЕМЫЕ

Ископаемые — это останки вымерших организмов или отпечатки их следов в камне. Большинство ископаемых находят в виде твердых частей скелета, поскольку мягкие ткани и органы умерших животных либо поедаются другими животными, либо разлагаются. В процессе так называемого окаменения минеральные соли из окружающих пород постепенно заменяют твердый органический материал. Органический материал может также раствориться, оставив отпечаток в окружающих его горных породах. Окаменелые следы, такие, как отпечатки ног динозавров или ходы и норы червей, также предоставляют ценные сведения об исчезнувших организмах. К ископаемым относят и окаменелые экскременты, копролиты.

Иногда организмы сохраняются иным образом, например многочисленные насекомые, попавшие в смолу древних деревьев и сохранившиеся в янтаре. В Сибири часто находят останки замерзших мамонтов, иногда настолько хорошо сохранившиеся, что можно даже изучать содержимое желудка. Когда их впервые обнаружили путешественники на собачьих упряжках, то собаки могли даже есть мясо этих вымерших животных.

Изучая ископаемые останки животных, можно прийти к следующим выводам:

Сначала появились простейшие формы жизни, которые существовали в течение сотен миллионов лет до того, как в процессе эволюции появились более совершенные формы.

Если ископаемые останки расположить в хронологическом порядке, то становится очевидным ход эволюционного развития. Изменения в структуре можно объяснить как приспособление к изменившимся условиям в результате давления отбора на организмы с прежней формой.

Вымирание — настолько частое явление, что в наши дни в животном мире представлено лишь небольшое количество видов, произошедших от вымерших предков.

Часто находят множество прекрасно сохранившихся окаменелостей, представляющих ход эволюционного развития определенных групп организмов, например аммониты и морские ежи. Для этих животных существует большое число переходных форм.

См. также статьи «Ископаемые свидетельства эволюции», «Периодически нарушаемое равновесие».

ИСКОПАЕМЫЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ

Надежные доказательства эволюции можно получить, изучая тысячи окаменелых остатков животных и растений, которые палеонтологи и геологи обнаруживают в горных породах. Они говорят нам о том, как развивалась жизнь на Земле в течение миллионов и миллиардов лет. Они также повествуют и об изменениях самой Земли. Например, в пустыне Вайоминг, которая в наше время находится выше уровня моря более чем на милю, встречаются останки сотен типов рыб, которые некогда населяли море, плескавшееся в этом районе. Дальше к югу, в Аризоне, есть пустыня, где находят окаменевшие деревья, произраставшие в густых лесах миллионы лет назад. Это доказательство больших климатических изменений, имевших место в прошлом. Когда-то климат здесь был мягким и влажным, но затем превратился в засушливый.

Окаменелости образовались и сохранились до нашего времени благодаря случайному стечению обстоятельств. Обычно организмы поедаются другими организмами или разлагаются. Возможность обнаружить окаменелые останки довольно невелика, еще менее вероятно обнаружить серию остатков, показывающих процесс эволюционного преобразования одного вида в другой. Однако бывают примеры почти полного процесса развития. Обычно это окаменелости животных с раковинами, скелетом или зубами. Например, в осадочных породах возрастом 60 миллионов лет были найдены останки четырехпалого существа размером с кошку. Затем обнаруживались останки их видоизменяющихся потомков, увеличивавшихся в размере. Последняя ступень этого развития — современная лошадь, близкие предки которой попадаются в сравнительно молодых отложениях. Похожую эволюционную последовательность можно проследить и для слона, жирафа, верблюда. Обнаружены более подробные свидетельства эволюции некоторых беспозвоночных, включая моллюсков и иглокожих.

Окаменелые останки неоспоримо доказывают, что жизнь на Земле за миллионы лет постепенно изменялась, один вид превращался в другой. В наше время уже не приходится серьезно сомневаться в истинности теории эволюции и в том, что она происходила всегда, начиная с зарождения жизни.

См. также статьи «Биогеографические свидетельства эволюции», «Сравнительная анатомия», «Биогенетический закон

как свидетельство эволюции».

ИСКУССТВЕННЫЙ ОТБОР ЖИВОТНЫХ

На протяжении многих тысяч лет люди высоко ценили породистых животных. Такие животные получились в результате искусственного отбора. Главная цель искусственного отбора — вывести животных с определенными желаемыми признаками; скотоводы, например, желали получить коров, которые бы давали больше молока, охотники — хороших собак, которые служили бы им помощниками. Но вплоть до недавних пор этот отбор носил случайный, несистематический характер. До опытов Грегора Менделя, проведенных в 1860 годах, никто ничего не знал о законах наследственности, поэтому новые породы выводились путем проб и ошибок, хотя результат часто получался неплохой. Все современные породы кур произошли от дикого предка, обитающего в джунглях Дальнего Востока, предками домашних свиней были кабаны, предками коров — дикие быки, а жирной индейки, приготавливаемой на Рождество, — довольно худая птица, на которую когда-то охотились переселенцы в Новой Англии.

В качестве примера важности и эффективности искусственного отбора (селекции) можно привести историю с улучшением индийских пород коров. В течение многих столетий за индийскими коровами почти никто не ухаживал, и они стали полудикими. Надои молока резко снизились. Таких животных можно увидеть и сегодня. Индусы считают коров священными животными и позволяют им свободно ходить по улицам поселков в поисках пищи. На государственных фермах решили улучшить местные породы. Для начала их стали хорошо кормить, но это не привело к значительному увеличению надоев. Проблема заключалась в том, что коровы — довольно нервные животные и легко пугаются, когда их пытаются доить. Но через несколько лет искусственного отбора вывели менее восприимчивых коров, которые позволяли доить себя людям. Через 20 лет надои возросли втрое. Сегодня для получения желаемых пород научные принципы отбора сочетают с искусственным осеменением.

ИСКУССТВЕННЫЙ ОТБОР РАСТЕНИЙ

Одним из пионеров селекции (искусственного отбора) растений был американец Лютер Бербанк. Он вывел многочисленные новые сорта растений. Пожалуй, самым известным его вкладом в селекцию растений является улучшение сортов картофеля. Однажды в 1871 году Бербанк осматривал картофельное поле в Массачусетсе и заметил плод, выросший на одном из растений. Хотя картофель обычно имеет цветы, у него бывает довольно мало плодов. Новые растения выращивают, как правило, из клубней, а не из семян. Бербанк сохранил семена и посадил их. Затем он исследовал картофелины, выросшие из этих семян. Они отличались от растения к растению. Некоторые были большими, другие маленькими; одни семена дали много клубней, а другие мало. Клубни одного из растений были самыми многочисленными, большими и ровными. Он выбрал их для дальнейшего размножения неполовым путем. Получившаяся разновидность картофеля была названа именем Бербанка, и вскоре этот сорт стал распространенным на всей территории США.

Успех Бербанка послужил примером массового отбора, при котором из многих представителей вида для селекции выбирается одно растение. Массовый отбор — это, вероятно, самый древний вид искусственного отбора растений. Древние люди для посева всегда оставляли самые лучшие семена урожая. Именно от них, скорее всего, можно было получить потомство с желаемым набором признаков. Так, через несколько поколений из диких растений возникали культурные. Зерновые растения, например, были выведены из диких злаков. Предком кочанной капусты, а также цветной, брюссельской и брокколи, было дикое растение морского побережья.

Методом массового отбора можно также получить сорта, невосприимчивые к болезням. Представим, например, что на пшеничном поле распространился вредный грибок. Погибли почти все растения, кроме двух-трех. На следующий год из этих здоровых растений выросли новые. И опять на них напал грибок, только на этот раз выжило больше растений. На следующий год все повторилось снова; с каждым годом выживало все больше приспособленных растений и таким образом был выведен сорт пшеницы, невосприимчивый к грибку.

ИХТИОЗАВРЫ

Пожалуй, самыми известными морскими рептилиями триасового и юрского периодов (245–144 миллионов лет назад) являются ихтиозавры. Внешне они выглядели как современные дельфины с рыбообразным телом и, похожим на акулий, спинным плавником. Их конечности приспособились к водной среде обитания и превратились в плавники; хвост тоже стал мощным хвостовым плавником. По остаткам можно проследить развитие нескольких родов ихтиозавров от длинного и узкого миксозавра (*Mixosaurus*) триасового периода через дельфинообразного ихтиозавра (*Ichthyosaurs*) и, похожего на меч-рыбу, эвринозавра (*Eurhinosaurus*) юрского периода до беззубого офтальмозавра (*Ophthalmosaurus*). Все они были активными охотниками, питались рыбой и предками кальмаров.

Плавники ихтиозавров в виде весла были специализированным органом, прекрасно приспособленным для развития высокой скорости передвижения в толще воды. Они были усилены скоплением пальцевых костей, которое не походит на обычное распределение пальцев в конечности рептилий. Исходя из этого факта, можно предположить, что ихтиозавры унаследовали свою обтекаемую форму непосредственно от предков-земноводных, минуя стадию сухопутных пресмыкающихся. Их приспособление к морской жизни было настолько совершенным, что они даже рожали живых детенышей, не выходя на сушу для того, чтобы отложить яйца. Их вымирание в конце мезозойской эры (около 65 миллионов лет назад) было частично вызвано конкуренцией со стороны более новых морских животных.

Свидетельства о существовании этих морских рептилий были получены еще в начале XIX века. Англичанку Мэри Эннинг (1799–1847) из Лайм-Регис можно назвать первым профессиональным коллекционером окаменелостей. Она собирала окаменелости среди местных прибрежных утесов и продавала их туристам. В 1811 году она случайно наткнулась на несколько огромных окаменелых костей и продала их Эдварду Хоуму, профессору анатомии Лондонского университета. Он не смог опознать останки, и только через семь лет выяснилось, что это кости вымершей рыбообразной рептилии. Первым эту версию выдвинул Жорж Кювье, но назвал ископаемое ихтиозавром в 1818 году В. Кёниг. В 1820 годах было найдено еще несколько подобных образцов.

См. также статью «Кювье, Жорж».

КАТАСТРОФЫ

Жизнь на Земле не раз подвергалась опасностям, которые грозили уничтожить ее навсегда. Не менее пяти раз наступали такие моменты, когда исчезало большинство живых организмов планеты. В настоящее время можно сказать, что мы находимся в шестом периоде массового вымирания. Только на этот раз вымирание представляет собой результат человеческой деятельности, то есть внутренних, а не внешних сил.

За 3,5 миллиарда лет глобальная экосистема претерпела много кризисов и в самые критические моменты была близка к полному исчезновению. Около 250 миллионов лет назад жизнь была на грани вымирания. За относительно короткий геологический срок вымерло по крайней мере 96 % видов. Из всех видов, когда-либо обитавших на Земле, 99,9 % вымерли. Часто создается впечатление, что их вымирание ускорили внешние природные катаклизмы. Среди них можно назвать столкновение с многочисленными астероидами и кометами, которые вызывали появление пылевых облаков и приводили к климатическим изменениям, превращая Землю то в раскаленную пустыню, то в ледяную тундру. Наша планета также пережила значительные колебания уровня океанов и периоды повышенной вулканической активности, вызванной смещением земных пластов. Пять основных катастроф таковы:

• Поздний ордовик (440 миллионов лет назад) — вымерло около 85 % видов.

• Поздний девон (365 миллионов лет назад) — две волны крупного вымирания морских видов, отделенных друг от друга миллионом лет.

• Поздняя пермь (251 миллион лет назад) — вымирание около 96 % видов. Это было крупнейшее вымирание в истории жизни, в результате исчезли почти все зверообразные пресмыкающиеся, которые до этого были хозяевами планеты на протяжении 80 миллионов лет.

• Поздний триас (205 миллионов лет назад) — вымерло около 76 % видов (в основном морских).

• Поздний мел (65 миллионов лет назад) — вымерло от 75 до 80 % видов. Это наиболее известное вымирание, поскольку оно явилось концом эпохи динозавров, которые до этого были хозяевами планеты на протяжении 140 миллионов лет.

См. также статьи «Дрейф материков», «Динозавры».

КЛАДИСТИКА

Кладистика — это метод описания путей эволюционного развития с помощью науки о классификации (таксономии). Одна из школ таксономии придерживается схемы, первоначально предложенной немецким энтомологом Вилли Хеннингом в 1950 годах и развитой Найлсом Элдриджем и Джоэлом Кракрафтом. Она основывается на положениях генеалогии, которая пытается проследить происхождение современных организмов от их предков и составить их генеалогическое древо. Термин «кладистика» Хеннинг составил на основе греческого слова «кладос», что значит «ветвь, отросток». Основная группа, или таксон, называется в кладистике «кладон»; считается, что все организмы одного кладона произошли от одного общего предка. Важное предположение при составлении родословных линий (кладограмм) заключается в том, что ни одно из ныне существующих животных не является предком другого вида современных животных. Следовательно, два разных современных вида животных могут быть связаны только общим предком.

Кладограммы составляются на основе определенного количества совместных признаков, которые считаются гомологичными и, следовательно, указывают на общее эволюционное происхождение. Более того, эти схожие признаки являются отправной точкой для выделения отдельной ветви кладограммы. Таким образом, кладограммы представляют собой схемы регулярно ветвящихся линий, похожие на схемы семейной родословной. Похожие схемы раньше применялись для составления родословных дворянских родов и назывались «фамильное дерево».

Каждое ответвление начинается в том месте, когда появляется отдельный признак, передаваемый группе организмов, связанных между собой родством. Кладонам с общими признаками даются названия групп животных или растений. Группа может быть очень большой — значительная часть фауны — или очень маленькой, такой, как род, в который входит десяток видов, но принцип их выделения одинаков. При составлении кладограмм самая большая трудность состоит в том, чтобы определить в самом ли деле признак, по которому организмы объединяют в одну группу, считается гомологичным. Если одни представители кладона обладают общими признаками с организмами, не входящими в него, то они, по всей видимости, не являются унаследованными от общего предка и называются примитивными признаками.

КЛЕЙДОИЧЕСКОЕ ЯЙЦО

Эволюционный скачок между земноводными и пресмыкающимися стал возможен, по видимому, только благодаря развитию особого типа яйца, которое можно было откладывать на сушу (так называемое клейдоическое или амниотическое яйцо).

Это основной признак, по которому земноводные отличаются от пресмыкающихся. Такое яйцо позволило производить потомство вне воды и, следовательно, дало предпосылку к тому, чтобы позвоночные вышли из водной среды обитания и распространились по всей суше. Во-первых, образовалась твердая оболочка вокруг яйца, которая предотвращала его обезвоживание. Во-вторых, появился желток, который поддерживал рост зародыша и позволял молодым рептилиям появляться из яйца уже в сформировавшейся форме. В-третьих, система оболочек внутри яйца образовывала миниатюрный «водоем», в котором мог развиваться эмбрион, и мешок для продуктов выделения.

Вместе с этим произошла эволюция экскреторной (выделительной) физиологии, которая стала полностью отличаться от физиологии водных животных. Беспозвоночные и рыбы, которые постоянно обитают в воде, выделяют токсичный аммиак. Он получается из избыточных аминокислот, потребляемых белков, в результате простых биохимических реакций. Аммиак растворяется в большом количестве воды, в которой обитают эти животные. Но в яйце, которое откладывается на сушу, эмбрион не может выжить, если будет выделять ядовитый аммиак — накопление этого химического вещества внутри оболочки яйца окажется фатальным. Поэтому развился ряд более сложных химических реакций, при котором выделяется безвредная и нерастворимая мочевая кислота, хранящаяся внутри яйца до тех пор, пока из него не вылупится детеныш. Развитие клейдоического яйца привело к следующим последствиям:

• Устранение стадии головастика с жабрами. Пресмыкающиеся появляются из яйца похожими на взрослых особей; при этом не происходит никакого метаморфоза (как у земноводных).

• Развитие способа внутреннего оплодотворения. Половые клетки уже не выделяются в воду, так как оплодотворение происходит внутри организма, до того как вокруг эмбриона в яйцеводе образуется относительно непроницаемая оболочка яйца.

КОНВЕРГЕНЦИЯ

Конвергенция (конвергентная эволюция) — это возникновение сходства в строении у далеких по происхождению групп организмов в результате обитания в аналогичных экологических условиях. Примером конвергенции может служить развитие крыльев у позвоночных и насекомых — так различные группы животных, независимо друг от друга, приспособились к передвижению в воздухе. Крылья у этих животных можно назвать аналогичными образованиями, тогда как крылья птиц и летучих мышей произошли от одной и той же пятипальцевой конечности и, следовательно, являются гомологичными образованиями. Когда у родственных животных возникают сходные черты в результате обитания в аналогичных условиях, например развитие похожих конечностей у китов и тюленей, то это называется «параллельная эволюция».

Отдельные организмы занимают определенные экологические ниши в экосистемах. Для того чтобы выжить в определенном окружении, животные должны обладать определенными признаками, которые возникают благодаря естественному отбору. Очевидно, что крупное животное с острыми хищными клыками не сможет жить на дереве, питаясь орехами, плодами и ягодами. Идеально приспособленное к жизни на дереве животное должно быть маленьким, чтобы ветви выдержали его вес. Такому животному необходимы длинные пальцы и когти, чтобы цепляться за ветви, и точное стереоскопическое зрение, чтобы оценивать расстояние для прыжка.

Одним из лучших примеров конвергенции является адаптивная радиация австралийских сумчатых млекопитающих, которые заняли на своем материке многие ниши, в остальных частях света свойственные плацентарным млекопитающим. Там существуют сумчатые эквиваленты муравьедов, кротов, землероек, котов и мышей, обладающих значительным внешним сходством с их плацентарными «собратьями».

См. также статьи «Естественный отбор», «Ниша», «Пятипальцевая конечность».

КОЭВОЛЮЦИЯ

Взаимодействие между растениями и животными в процессе эволюции породило интересный феномен, называемый «коэволюция». Этот термин обычно относят к двум (или более) видам, эволюционные изменения которых оказались на пользу обоим.

Широко известна связь между птицами и некоторыми растениями. На некоторых растениях образуются плоды, которые обеспечивают птиц пищей; птицы же разносят семена, содержащиеся внутри этих плодов. В процессе эволюции появились яркие, красивые плоды с сочной и питательной мякотью, которые привлекают птиц, распространяющих семена. Опыление цветов с помощью насекомых привело к изменениям в строении обеих сторон. Форма и оттенки цветов, запахи и нектар — все это существует для того, чтобы привлечь насекомых и оставить на их теле пыльцу, которую они перенесут на другие цветы.

Некоторые специалисты определяют термином «коэволюция» любые черты, которые образовались в результате постоянно действующих отношений, служивших давлением отбора. В экосистемах существует тесная связь между животными и растениями. В процессе эволюции организмы развивали механизмы, призванные защитить их от конкуренции и уничтожения, например у растений выработались ядовитые вещества — токсины. Но тесно связанные с ними животные, особенно травоядные, выработали защиту против этих токсинов. В этом отношение интересно взаимодействие между различными видами плодовых мушек дрозофил (*Drosophila*) и кактусом (*Lophocereus schottii*), который производит токсичные алкалоиды. Кактус оказался ядовитым для восьми видов дрозофил, но *Drosophila pachea* выработала вещество, устраняющее влияние яда, и может откладывать яйца в гниющие стебли кактуса.

В Великобритании способность вырабатывать высокотоксичный цианистый водород (цианогенез) выработалась у многих видов цветов, папоротников и грибов, независимо друг от друга. Личинки же некоторых насекомых поедают цианогенные и ацианогенные растения. Они вырабатывают вещества, которые нейтрализуют яд.

КРЕАЦИОНИЗМ

Креационисты (от лат. *creatio* — творение, сотворение мира) по-разному объясняют происхождение мира, но все они опираются на Книгу Бытия или другие священные тексты. Некоторые полагают, что мир был создан за шесть суток и что все ныне живущие народы считаются потомками Ноя. Другие готовы признать, что так называемые дни творения, описанные в Книге Бытия, можно сопоставить с геологическими эрами, если только помнить о том, что эволюционное развитие происходило с Божественного промысла. Те, кто не придерживаются христианских догм, считают такое учение реакционным и лишний раз демонстрирующим неуместность христианского подхода в науке. Другие ученые совмещают христианские и научные взгляды. Все гипотезы креационистов можно изложить следующим образом:

• Христиане верят, что Бог представляет собой активную силу, действующую как естественным, так и сверхъестественным образом. Бог — единственный творец мира, хотя Он, конечно, мог действовать посредством мутаций, естественного отбора и так далее.

• В Библии сказано, что люди созданы приблизительно так же, как и другие животные, но только «по образу Божьему». Нет причин полагать, что процесс духовного сотворения должен был создать из нас особый вид с физическими и психологическими чертами, но христиане верят, что именно он отличает нас от других живых существ и связывает нас с Богом посредством души.

• Люди, созданные «по образу Божьему», могут утратить это особое состояние. Это положение снимает одно из противоречий между христианством и эволюционной теорией: предположение о том, что эволюция продолжается и что люди могут видоизменяться и дальше.

Основная часть возражений против дарвинизма в наши дни исходит как раз от креационистов, а не от ученых, хотя возникло новое научно-креационистское учение. В 1932 году в Великобритании было основано «Движение протеста против эволюции», ставящее целью распространение научной информации в пользу библейской теории сотворения мира и доказательство ложности эволюционной теории при помощи научных фактов. К 1970 году количество его членов достигло 850, и оно приобрело больший авторитет после того, как в 1963 году в США было основано Креационистское научно-исследовательское общество, в 1970 году Креационистский научно-

исследовательский институт. Дальнейшее развитие креационизма в Великобритании ознаменовало создание в 1972 году Научного объединения имени Ньютона.

КЮВЬЕ, ЖОРЖ

Жорж Кювье (1769–1832) — выдающаяся фигура в зоологии начала XIX века; будучи реформатором сравнительной анатомии и палеонтологии, он внес неоценимый вклад в развитие теории эволюции. Будущий самый яркий и влиятельный ученый Франции родился в Монбельяре (Эльзас). Получив образование в академии Штутгарта, он стал домашним учителем в богатом нормандском семействе. Здесь он занимался изучением морских животных и собирал материал, вошедший впоследствии в его книгу «Царство животных», опубликованную в 1830 году. Он стал другом Тесье, известного французского ученого, который устроил его на работу в Парижский ботанический сад. В то же время Кювье читал лекции по сравнительной анатомии в университете; в них он высказывал новые идеи в области зоологии.

В 1795 году Кювье занял несколько высоких постов в только что основанном в Париже музее естественной истории. Позже он опубликовал научный труд об окаменелых костях и одним из первых использовал окаменелости для доказательства существования вымерших видов. Кювье был приверженцем креационизма, с которым он совместил теорию катастроф, полагая, будто новые формы жизни создавались после очередной катастрофы. Его исследования в Парижском бассейне доказали существование в прошлом экзотических животных. Эти окаменелости и другие, в том числе и гигантские останки, присланные ему из Южной Америки, бесспорно, подтверждали теорию вымирания. В 1818 году он посетил Англию, где осматривал множество окаменелых останков динозавров, но смерть помешала ему опубликовать свои наблюдения.

Одним из величайших достижений Кювье стало опознание в 1801 году останков первого из обнаруженных птерозавров. Никто раньше не видел останков такого животного, но Кювье, вооружившись знаниями сравнительной анатомии, установил, что это было летающее пресмыкающееся. Он назвал его «птеродактиль» (что значит крыло-палец) и по строению его челюстей и зубов предположил, что вымершее животное питалось насекомыми.

См. также статьи «Креационизм», «Птерозавры».

ЛАЙЕЛЬ, ЧАРЛЗ

Чарлз Лайель (1797–1875) начал карьеру в качестве адвоката, учился в Оксфорде, а затем в Линкольн-Инне. Практику он начал в 1825 году. Но еще в Оксфорде он заинтересовался геологией, увлекшись лекциями Уильяма Бакленда, и его адвокатская деятельность не продлилась более двух лет. Еще в 1819. году он стал членом Линнеевского и Геологического обществ. Поэтому не удивительно, что основную часть жизни он посвятил геологии.

Собрав материал в третичных отложениях Франции и Италии, Лайель написал свой основной труд «Принципы геологии». В нем он популяризовал взгляд униформистов. Это работа чрезвычайно заинтересовала Чарлза Дарвина и оказала влияние на формирование его идей естественного отбора и эволюции. Фактически Лайель стал одним из тех людей, что вдохновили Дарвина на публикацию «Происхождения видов» в 1859 году.

В 1835 году Лайеля выбрали президентом Геологического общества. Три года спустя он закончил книгу «Элементы геологии», которая вскоре стала классическим трудом по стратиграфии и палеонтологии. Он возражал против теории катаклизмов, выдвинутой Кювье, и основным аргументом в этом споре был тот факт, что силы, определяющие внешний облик Земли (ветры, ледники, эрозия, землетрясения и вулканы), действовали в прошлом так же, как и в наше время, продолжая непрерывно оказывать влияние на поверхность планеты.

Лайель часто путешествовал по Европе и Америке и написал несколько книг на основе наблюдений, сделанных в разных странах. В 1848 году он был удостоен дворянского звания, в 1864 году получил титул баронета. Его теории, благодаря публикациям, получили признание во всем мире, и принципы униформизма, которые он проповедовал, легли в основание современной геологической теории. В идеях Ламарка он находил много непоследовательных мыслей; особенно он возражал против того положения, что виды претерпевают постоянные изменения.

См. также статьи «Кювье, Жорж», «Дарвин, Чарлз», «Дарвинизм», «Ламаркизм», «Естественный отбор».

ЛАМАРК, ЖАН БАТИСТ

Жан Батист Ламарк (1744–1829) при жизни был довольно популярен, но впоследствии его эволюционную теорию раскритиковали и предали забвению. Как многие сыновья бедных землевладельцев, Ламарк готовился к карьере священника. При посвящении ему дали имя Жан Батист, но после смерти отца, в возрасте 17 лет, он оставил колледж и поступил на военную службу. Когда его часть находилась на Средиземноморском побережье, Ламарк заинтересовался ботаникой, а после ранения, когда ему пришлось подать в отставку, посвятил ей все свои силы. Опубликованный в 1778 году труд «Флора Франции» принес ему широкую известность и в 1781 году его назначили королевским ботаником, что позволило ему путешествовать по всей Европе. Сначала Ламарк интересовался исключительно ботаникой, но с 1788 года, приступив к работе в Королевском ботаническом саду, он начал заниматься и зоологией. После революции ботанический сад был реорганизован в Музей естественной истории, где Ламарк стал профессором.

Ламарк специализировался по беспозвоночным (он сам изобрел этот термин) и их классификации, взяв труд Линнея за основу и разделив «насекомых» и «червей» на группы, которые до сих пор применяются в современной таксономии. Его семитомный труд по естественной истории беспозвоночных, публиковавшийся с 1815 по 1822 год, заложил основы современной биологии беспозвоночных. Фактически именно Ламарк придал слову «биология» современный смысл.

Занятия классификацией привели к наблюдению сходства и родства всего живого. Свои идеи по этому поводу Ламарк начал публиковать с 1801 года. Его основная работа «Философия зоологии», опубликованная в 1809 году, была посвящена изложению теории родственных отношений между животными и возможности изменения видов с течением времени, то есть, выражаясь современным языком, их эволюции. Теория Ламарка (ламаркизм) не получила особого признания при его жизни, да и его последователи, в том числе Чарлз Дарвин, относились к ней критически. Он умер в бедности и похоронен в могиле без надгробия. Его дочь составила горькую эпитафию — «Потомки будут помнить тебя».

См. также статьи «Дарвинизм», «Ламаркизм», «Линней, Карл».

ЛАМАРКИЗМ

В 1809 году Жан Батист Ламарк опубликовал свою основную работу «Философию зоологии». В ней он попытался доказать, что различные органы тела появились в результате необходимости или исчезли, когда окружающая среда изменилась и необходимость в этих органах отпала. Ламарк полагал, что приобретенные признаки наследуются потомством, и если использование органа продолжается в течение долгого времени, то появляется новый вид. По этой причине он решил, что все живые организмы можно расположить по ветвям и показать, как одни виды постепенно переходят в другие. Классический пример теории Ламарка (и одновременно самая известная ошибка в биологии) — это рассуждение о том, как жираф приобрел длинную шею. Ламарк утверждал, что в каждом поколении жирафы старались все дальше и дальше вытянуть шею, желая достать до вершин деревьев, и Потому этот признак передавался следующему поколению. К сожалению, Ламарк никогда не пытался продемонстрировать, как один вид постепенно превращается в другой на основании наследования приобретенных черт. Его идеи не приняли, как не приняли и другие, более современные идеи о том, как одни виды образуются от других. В то же время известный ученый Жорж Кювье предложил свою теорию эволюции, во многом менее прогрессивную, чем у Ламарка, но авторитет Кювье был настолько велик, что об идеях Ламарка забыли на многие годы.

Ламаркизм опирался на общепринятые представления XIX века о превосходстве человека над другими животными. Согласно этой теории, улучшение среды обитания индивидов вело к улучшению самого вида. В конце 1890 годов Август Вейсман (1834–1914) изучал природу половых клеток и пришел к выводу, что наследственность не зависит от окружения. Он утверждал, что преемственность жизни содержится именно в этих клетках, а не в организме в целом. Работы Грегора Менделя и Хуго де Фриза подтвердили ошибочность взглядов Ламарка. Однако идеи Ламарка подготовили почву для теории эволюции, разработанной Чарлзом Дарвином.

См. также статьи «Кювье, Жорж», «Дарвинизм», «Менделизм».

ЛАНЦЕТНИК

Первое упоминание о ланцетнике относится к 1774 году. Его нашли у берегов британского полуострова Корнуэлл и отослали на анализ немецкому натуралисту Петеру Симону Палласу. Тот дал краткое описание животного в примечании к своей книге, ошибочно причислив его к морским слизням и назвав его *Limax lanceolatus*. Полвека спустя английский натуралист Джонатан Коуч обнаружил в Корнуэлле живой экземпляр и поместил его в аквариум с морской водой для наблюдения. В то время предполагали, что это примитивная рыба и Коуч назвал его *Amphioxus* — острый с обоих концов. Но обычно его называли «ланцетник». На морском побережье Великобритании он встречается редко, но в Китае, особенно в Тайваньском проливе, он настолько распространен, что его употребляют в пищу.

Родственная связь ланцетника с остальными представителями фауны — самая интересная черта этого 10-сантиметрового и довольно невзрачного существа. Он чем-то напоминает не до конца развившееся позвоночное с трубчатым спинным мозгом над поддерживающей его хордой (спинной струной) и скоплением мышц у хвоста, как у рыб. В то же время у него отсутствует позвоночник, челюсти и вообще любые кости. У него также нет ни мозга, ни глаз, ни других органов чувств, связанных с мозгом. Следовательно, его нельзя определить как настоящее позвоночное, хотя среди беспозвоночных он больше всего напоминает позвоночное.

По сути, ланцетник считается настоящим живым ископаемым, так как останки животных такого типа находят в отложениях кембрийского периода (540–505 миллионов лет назад). Они часто встречаются среди других остатков в сланце Бёрджесс канадских Скалистых гор. Об одном из таких ископаемых под названием *Pikaia* идет речь в известной книге Стефана Джея Гоулда «Удивительная жизнь». Предполагается, что *Pikaia* был самым древним из известных предшественников позвоночных.

См. также статьи «Сланец Бёрджесс», «Живые ископаемые».

ЛИКИ, ЛУИС

Луис Лики (1903–1972) родился в колониальной Кении в семье миссионеров. Детство он провел в Кении, но затем уехал в Англию и изучал антропологию в колледже св. Иоанна Кембриджского университета. После завершения образования он более 40 лет занимался поисками свидетельств ранней истории человечества в Восточной Африке. Его интересовал промежуток времени от сравнительно недавних стоянок первобытных людей до эпохи происхождения человека. Его самым известным вкладом в науку считается отождествление родины человечества с Африкой.

Первые экспедиции Лики состоялись в 1920 годах, но первую значительную находку он обнаружил в 1931 году в Олдовайском ущелье, в Танзании. Причиной приезда в это ущелье стало стремление разгадать загадку так называемого олдовайского человека — человеческого скелета, обнаруженного немецким ученым Гансом Реком в 1913 году. Рек полагал, что скелету миллион лет, но Лики доказал, что это относительно современный человек. С тех пор Луис Лики и его вторая жена Мэри постоянно занимались тщательными поисками в этом ущелье вплоть до 1960 годов. Они нашли тысячи остатков животных и сотни каменных орудий труда.

Именно Мэри обнаружила окаменелость, совершившую переворот в науке и прославившую семью неутомимых ученых. В 1959 году, после 30 лет кропотливых поисков в Олдовайском ущелье, она нашла окаменелый череп зинджантропа. Он походил на те черепа, что некогда нашли Раймонд Дарт и Роберт Брум (останки австралопитека). Кости выглядели достаточно массивными и крепкими. Это доисторическое существо получило научное название *Zinjanthropus boisei* (от арабского названия Восточной Африки — зиндж и от фамилии спонсора экспедиции Чарлза Бойса). Калий-аргоновый анализ показал, что черепу около 1,8 миллионов лет. В средствах массовой информации его прозвали «человек-щелкунчик» из-за чрезвычайно развитых челюстей и зубов.

После этой находки в Олдовайском ущелье начались серьезные раскопки, продолжавшиеся до самой смерти Луиса от сердечного приступа в 1972 году.

См. также статью «Дарт, Раймонд».

ЛИНГУЛА

При отсутствии изменений в окружающей среде некоторые виды могут эволюционировать до такой степени, что приспособятся к ней до полного совершенства. Они могут не изменяться в течение долгого времени; мутации будут вызывать некоторые преобразования в отдельных особях, но эти виды быстро вымрут, поскольку по определению будут менее приспособлены к среде обитания. Такие виды на самом деле существуют в природе. Возьмем, например, современного представителя плеченогих лингулу (от лат. *Lingula* — язычок), который остается прежним на протяжении 500 миллионов лет. Некоторые существующие виды лингулы почти совершенно идентичны их предкам, обитавшим в кембрийский и ордовикский периоды. Поэтому их можно назвать живыми ископаемыми.

Лингулы принадлежат к небольшой группе морских беспозвоночных — плеченогим или брахиоподам (*Brachiopoda*). Члены этой группы внешне напоминают двустворчатых моллюсков, поскольку имеют две створки раковины, но на этом сходство заканчивается. У них разный механизм питания и эволюционная история. Ныне живущие брахиоподы редко превышают 5 сантиметров в длину, всего на разных широтах и глубинах теплых морей их меньше 300 видов. Большинство обитает на континентальном склоне, но порой их находят и у берегов. Среди ископаемых остатков известно более 30 000 видов брахиопод; некоторые из них достигали в длину 30 сантиметров. В ордовикский период (505–403 миллионов лет назад) плеченогие были так же многочисленны и разнообразны, как современные моллюски. В разных частях света встречаются целые пласты горных пород, составленные исключительно из остатков этих животных.

Помимо простого фильтрующего механизма питания, одна из причин, по какой лингулы дожили до сегодняшнего дня, заключается в том, что они могут жить в среде, бедной кислородом. Немногие животные способны выжить в такой среде, и потому у них было мало конкурентов, в том числе и хищников.

У лингулы имеется мускульный стебелек, который может сокращаться и вытягиваться. С помощью него она зарывается в ил. Десятки видов лингул распространены в регионе Индийского и Тихого океанов, особенно у берегов Японии, Южной Австралии и Новой Зеландии. В некоторых местах их употребляют в пищу.

См. также статью «Живые ископаемые».

ЛИННЕЙ, КАРЛ

Карл Линней (1707–1778) родился в Росхульте, небольшом городке на юге Швеции. Его отец хотел, чтобы Карл стал священником, если только ему не понравится профессия сапожника. Но с детства Линней увлеченно составлял коллекции, гулял по окрестностям, восхищаясь разнообразием растений и животных. Местный врач заметил его интерес к естественной истории и посоветовал поступить в университет.

Из-за недостатка денег Линней не мог закончить образование в Швеции и в конечном итоге переехал в Голландию. Там он написал свою знаменитую работу «Система природы» (*Systema Naturae*), состоящую всего из 12 листов ин-фолио. Она явилась своего рода «пропуском» в научный мир — известные ученые признали ее, и это позволило Линнею совершить путешествия по Англии и Франции и встретиться со многими уважаемыми учеными того времени. В конечном итоге он стал профессором естественной истории Упсальского университета.

Величайшим вкладом Линнея в науку явилось составление классификации растений и животных, согласно простому логическому принципу. Каждому виду он дал особое название из двух латинских слов (бинарное название). Например, животным, сильно похожим друг на друга, таким, как лев, тигр и леопард, он дал общее (родовое) имя *Felis*. Затем каждое животное получило особое (видовое) имя. Так, лев — это *Felis leo*, тигр — *Felis tigris*, а леопард — *Felis pardus*. Любовь к латинским названиям, по всей видимости, заставила его изменить и собственное имя — в публикациях он подписывался Carolus Linnaeus.

Линнея часто критиковали за высокомерие и тщеславие. Эти качества заметны и в его гордом девизе: *Deus creavit — Linnaeus disposuit* («Бог сотворил, Линней распределил»). Хотя в своей классификации Линней ограничивался только некоторыми внешними анатомическими признаками растений и животных, он тем не менее заставил по-новому отнестись к систематизации живого мира и заложил основы современной строго логичной научной классификации. Таким образом он подтолкнул ученых заняться вопросом происхождения видов, и именно этот вопрос приобрел особую важность для науки столетие спустя, во второй половине XIX века.

ЛЮСИ

В рождественский вечер 1974 года Дональд Джохансон и его коллега Том Грэй обнаружили фрагмент кости руки гоминида, выступающий из скалистого склона близ Гадара (Эфиопия). Поблизости они обнаружили другие фрагменты костей и вскоре оказалось, что перед ними останки скелета. Через три недели тщательных исследований было собрано около 40 % скелета женской особи гоминида. Эти останки по каталогу значились как «AL 2881-1, частичный скелет», а их научное название — *Australopithecus afarensis* — южная обезьяна издалека. Однако среди ученых он более известен как Люси, поскольку ее первооткрыватели настолько обрадовались, обнаружив эти останки, что отметили это событие, выпив пива и прослушав свою любимую песню «Люси в небе с алмазами» в исполнении «Битлз».

Люси жила около 3 миллионов лет назад. Это наиболее сохранившийся из найденных образцов австралопитека. Детальная реконструкция остатков показала, что ее рост составлял 120 сантиметров, что соответствует росту современного шестилетнего ребенка. Она весила около 60 фунтов (27,2 килограммов), что меньше массы современного шимпанзе. По зубам определили, что она умерла в конце второго или начале третьего десятка жизни, так как в ее челюстной кости присутствует один коренной зуб. Род определили по скелета похожа на человеческий; строение ног и бедер предполагает, что она передвигалась на двух ногах. Верхняя часть скелета походит более на скелет обезьяны — длинные руки и мощная грудная клетка указывают на то, что она легко могла лазить по деревьям. Большинство палеонтологов относят гоминидов к одной группе австралопитеков. Они походили на шимпанзе, но обладали человеческими чертами, в том числе и позвоночником, который отходил вниз от мозга, а не назад, как у обезьян. Зубы совмещают человеческие и обезьяньи признаки.

Предполагалось, что Люси — наиболее древний из гоминидов, но в 1994 году были обнаружены останки еще более древнего вида, *Ardipithecus ramidis*. Его возраст оценивается в 4,4 миллиона лет.

МАНТЕЛЛ, ГИДЕОН

Одним из первых людей, нашедших свидетельства существования доисторических рептилий, был Гидеон Мантелл (1790–1852). Это был врач и любитель-палеонтолог. Согласно легенде, однажды весенним днем 1822 года доктор Мантелл посетил одного своего пациента. Пока он осматривал больного, его жена, Мэри Энн, вышла прогуляться по недавно отремонтированной дороге. Она заметила что-то блестящее в куче камней, которыми мостили дорогу. При более близком осмотре блестящие предметы оказались окаменелыми зубами. Гидеон Мантелл не видел ранее ничего подобного. Он решил, что зубы принадлежали травоядному животному, поскольку были источены в результате пережевывания. Сравнить их можно было разве что с зубами слона или носорога. С помощью поставщиков камней он обнаружил место, откуда происходила эта находка — каменоломня Тилгейт-Форест. Возраст этих пород в каменоломне составлял около 130 миллионов лет, что намного раньше распространения крупных млекопитающих. Зубы сохранились с мезозойской эры, эпохи пресмыкающихся. Мантелл послал зубы и некоторые окаменелые кости ног, которые позже нашел в этой каменоломне, двум самым известным авторитетам того времени: Жоржу Кювье в Париж и Уильяму Бакленду, профессору геологии Оксфордского университета. Но никто из них не посчитал, что им прислали останки вымерших рептилий. Несмотря на отрицательные отзывы, Мантелл настаивал на своей гипотезе и старался найти среди музейных коллекций древних и современных образцов нечто, напоминающее его находки. Спустя три года ему показали скелет современной южно-американской игуаны, хранящийся в музее Королевского хирургического колледжа в Лондоне. На нижней челюсти у нее были уменьшенные подобия тех зубов, что некогда были обнаружены благодаря случайности. Мантелл опубликовал описание находки и назвал ископаемое животное игуанодоном.

См. также статью «Кювье, Жорж».

МЕНДЕЛИЗМ

Классическая генетика названа в честь Грегора Менделя. Менделизм — это исследование наследственности путем экспериментов по выращиванию растений и разведению животных. Впервые такие эксперименты Мендель провел в 1860 годах. Изучаемые признаки обычно контролируются одним геном и демонстрируют простые доминантные или рецессивные взаимоотношения между аллелями. В многочисленном потомстве от скрещивания подсчитывается доля различных фенотипов (совокупности внешних признаков, определяемых генами) и на их основе устанавливается генотип родителей. Подобные работы впервые дали понять, что наследование имеет дискретную природу, а не является простым смешиванием признаков.

Мендель сформулировал два закона, объясняющие механизм наследования, который он наблюдал на примере обычного огородного, или садового, гороха (*Psium sativum*). Первый закон, Закон расщепления, гласит, что любой признак существует в двух факторах, которые находятся в клетках тела (соматических клетках), но только один из них передается отдельной гамете (половой клетке). Второй закон, Закон независимого распределения признаков, утверждает, что распределение этих факторов в гамете случайно. Следовательно, при наличии нескольких пар факторов, каждая пара разделяется независимо.

Мендель назвал эти факторы, ответственные за проявление признаков растений, «зародышевые единицы». Сегодня они известны как гены (так их впервые в 1909 году назвал датский ученый Вильгельм Иогансен). Различные формы генов именуются аллелями (сокращенно от аллеломорфных паров генов). Известно, что клетка с полным набором хромосом данного вида (диплоидная клетка) содержит два аллеля любого конкретного гена. Каждый аллель содержится в одной из двух гомологичных хромосом (хромосомы, которые образуют пары во время образования клетки). Гамете (яйцеклетке или сперматозоиду) передается только одна из двух гомологичных хромосом. Таким образом, Закон расщепления был подтвержден. Мендель рассматривал факторы наследственности как отдельные независимые частицы, но сейчас известно, что они составляют хромосомы. Закон независимого распределения относится только к тем парам аллелей, которые находятся в разных хромосомах.

МУТАГЕНЫ

Мутагены — это факторы внешней среды, увеличивающие вероятность мутаций и приводящие к наследственным изменениям.

Радиация

Организмы постоянно подвергаются различным типам радиационного облучения. Диапазон электромагнитного излучения простирается от длинных радиоволн до космических лучей с очень короткой длиной волны. Количество энергии, содержащейся в излучении, увеличивается по мере уменьшения длины волн и на определенном этапе лучи начинают проникать внутрь живых клеток.

Ультрафиолетовое излучение обладает менее эффективной способностью проникать внутрь клеток, чем высокоэнергичные лучи, но при этом ДНК легко изменяется под его воздействием, что приводит к структурным повреждениям на молекулярном уровне и вызывает такие последствия, как рак кожи.

Излучение с длиной волны меньшей, чем у ультрафиолетового, называется «ионизирующее излучение». Его уровень энергии настолько высок, что электроны под воздействием лучей сходят с орбит атомов и образуют положительно заряженные ионы. Ионы, а также содержащие их молекулы, химически более активны, чем нейтральные атомы. Этот тип радиации может воздействовать на ДНК и хромосомы, но мутации, вызываемые им, не наследуются, если только они не произошли в органах, производящих половые клетки.

Все организмы в той или иной степени подвергаются низкому уровню облучения космическими лучами и радиоактивными веществами Земли, которые встречаются в горных породах, выходящих на поверхность. Дополнительное облучение вызывается из-за использования человеком радиоактивных изотопов, например, рентгеновских лучей в медицине и выбросов радиоактивных отходов атомного реактора.

Химические вещества

Начиная с 1945 года список мутагенных химических веществ постоянно пополняется, причем многие из них обладают канцерогенными свойствами (вызывают рак). Часто мутагены используют в сельском хозяйстве Для улучшения роста злаковых культур и повышения урожая. Так, например, колхицин вызывает удвоение хромосом в клетках и приводит к увеличению роста растении.

См. также статьи «Искусственный отбор растений», «Мутация».

МУТАЦИЯ

Мутация — это непредвиденное изменение наследственных свойств организма в результате перестроек и нарушений отдельных генов или хромосом. Хотя термин «мутация» обычно используется именно в этом смысле, исторически он имел более широкое значение, включающее изменения порядка и структуры хромосом. Мутации предоставляют «сырой» материал для эволюции и считаются основой изменчивости представителей популяции, на базе которой и осуществляется естественный (или искусственный) отбор комбинаций генов, наиболее приспособленных к окружающей среде.

Многие мутации могут быть нейтральными или «молчащими» (то есть не оказывающими заметного влияния на организм). Вредные мутации становятся очевидными, поскольку изменяют выживаемость организма. Мутации происходят случайно, но их могут вызывать различные факторы внешней среды. Спонтанные мутации возникают в результате ошибок при репликации; разные гены могут подвергаться мутации с различной частотой.

Многие обусловленные мутации могут возникать в результате влияния на организм факторов внешней среды (мутагенов), таких, как:

• Рентгеновские лучи. Вызывают нарушения в цепочках ДНК, что приводит к перестановкам (блоковые мутации) и удалению фрагментов.

• Ультрафиолетовые лучи. Вызывают точковые мутации, включая замену оснований, вставки и удаление.

• Химические вещества. Включают:

— аналоги оснований, которые подставляются вместо нормальных оснований при синтезе ДНК, что приводит к ошибочному спариванию;

— реактивы, которые добавляют в химические группы или удаляют их из нормальных оснований, что приводит к ошибочному спариванию во время репликации ДНК (например, бензол, формалин, четыреххлористый углерод).

Гены мутируют с определенной частотой, которая зависит от вида генов — некоторые из них обладают весьма высокой частотой спонтанной мутации. Большинство мутаций происходит в соматических клетках (клетках тела) и не наследуется. Те мутации, что совершаются в половых клетках, могут наследоваться. См. также статью «Мутагены».

НАПРАВЛЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

Против теории эволюции Дарвина было выдвинуто несколько возражений, в том числе и то, что концепция изменчивости признаков и естественного отбора не объясняет, почему некоторые организмы эволюционировали в определенном направлении, как если бы их развитие было каким-то образом направлено ко вполне определенной цели.

Представление о том, что в своем развитии организмы преследуют какую-то цель, не ново. В теорию Ламарка входило предположение о том, что все организмы обладают стремлением к усовершенствованию. Но оно было отвергнуто Дарвином при работе над первым изданием «Происхождения видов». Позже высказывались соображения, что эволюция некоторых животных, например лошадей (в направлении увеличения роста и сокращения количества пальцев), была каким-то образом предопределена заранее. Стремление родственных групп организмов развиваться в одном и том же направлении, независимо от естественного отбора, следует считать основным положением в теории ортогенеза. Поскольку эта теория предполагает, что эволюция происходит независимо от естественных законов, ее нельзя проверить экспериментально. Таким образом, теория ортогенеза противостоит общепринятой теории эволюции, неодарвинизму.

Однако некоторые положения ортогенеза пришлись по душе креационистам, которые нашли в них подтверждение своим идеям о надзоре Творца над своим творением и о наличии Божественного плана. Популярности теории ортогенеза в постдарвиновскую Викторианскую эпоху способствовал недостаток окаменелостей, подтверждающих теорию эволюции. Теперь нам известно, что почти все примеры прямонаправленной эволюции, в том числе и эволюция лошади, представляют собой более сложные, включающие адаптивную радиацию по нишам. Многие из боковых ветвей вскоре исчезли, но некоторые животные выжили и долгое время обитали в разных частях света. Как только появлялась особая вариация, шансы на развитие в том же направлении значительно увеличивались.

См. также статьи «Дарвинизм», «Ламарк Жан Батист», «Ламаркизм», «Естественный отбор», «Неодарвинизм».

НАУТИЛУС

Основной интерес, проявляемый биологами к наутилусу (*Nautilus* — кораблик), заключается в том, что это единственный ныне живущий представитель большой группы головоногих моллюсков с многокамерной раковиной (аммонитов), широко распространенных в раннекембрийский и позднемеловой периоды (475 миллионов лет назад). Этот период времени охватывает самую сложную и обширную стадию развития беспозвоночных. После долгой эпохи доминирования среди морских животных в мезозое (45–65 миллионов лет назад) их число неожиданно сократилось и ныне среди головоногих моллюсков можно назвать только осьминогов, кальмаров и каракатиц.

Аммониты названы по имени древнеегипетского бога Амона, изображавшегося с витыми рогами на голове. По прекрасно сохранившимся окаменелостям хорошо изучены тысячи их исчезнувших видов. Начиная с триасового периода (245 миллионов лет назад) быстро появлялись новые семейства, роды и виды. Их различают по форме и рисунку завитков, особенно по типу соединения витков раковины. Сегодня существует по крайней мере шесть видов наутилуса, обитающих на умеренных глубинах в юго-западной части Тихого океана. Наутилус плавает преимущественно ночью, используя принцип реактивного движения. Несмотря на то что раковина по сравнению с телом моллюска довольно тяжела, ее поддерживает газ в пустых камерах. Из-за того что центр плавучести располагается ниже центра тяжести, тело наутилуса всегда направлено вниз, подобно тому, как корзина воздушного шара всегда находится ниже самого воздушного шара.

Несмотря на то что раковины наутилуса были известны еще в XVI веке, само животное не было как следует изучено до 1831 года, когда Ричард Оуэн, сотрудник Королевского хирургического колледжа в Лондоне, не составил описание экземпляра, доставленного ему из Тихого океана.

Живой экземпляр был изучен лишь полтора века спустя. В 1962 году профессор Оксфордского университета Анна Биддер посетила Новую Каледонию, где изучала наутилусы, содержащиеся в аквариуме. С тех пор их успели снять в естественной среде обитания при помощи подводной камеры.

См. также статьи «Живые ископаемые», «Оуэн, Ричард».

НЕОДАРВИНИЗМ

Неодарвинизм — это основанная Чарлзом Дарвином теория эволюции методом естественного отбора, согласованная с современной теорией генетики, которая берет начало в работах Грегора Менделя, и усовершенствованная в соответствии с исследованиями современных генетиков. Эти исследования ответили на многие вопросы, которые были в свое время поставлены до теории Дарвина и на которые без знания генетики ответить было просто невозможно. Суть неодарвинизма заключается в том, что приспособление организмов к среде обитания совершается благодаря естественному отбору, который действует на основе наследования изменяющихся мелких признаков, большинство из которых изначально неадаптивны. Основной источник изменчивости — мутации, которые сохраняются и передаются посредством механизма дискретной наследственности. Изменения в генном наборе различных популяций, при условии географической изоляции и ограничения дрейфа генов, в конечном итоге приводят к образованию нового вида. Хотя давление отбора всегда, как правило, очень велико, образование новых видов — процесс чрезвычайно медленный.

Критики неодарвинизма утверждают, что он не может объяснить периоды ускоренного видообразования, чередующиеся с периодами замедления эволюционной активности. Но их можно объяснить тем, что в истории планеты периоды экологического равновесия чередовались с периодами быстрых изменений окружающей среды. Однако медлительность, присущая механизму видообразования, каким его понимает неодарвинизм, породило представление о крупных мутациях, приводящих к большим фенотипическим изменениям, которые, возможно, тоже сыграли свою роль в эволюции.

Наряду с проблемой больших скачков в ходе эволюции существует проблема так называемых переходных стадий. Такие стадии должны предшествовать адаптированным структурам, доказавшим в конце концов свою надежность. Например, предполагается, что развитию глаза предшествовали стадии «полуразвитого глаза», то есть ряд приспособлений, фокусирующих свет переменной яркости, но не формирующих изображение. Однако любое образование, увеличивающее способность воспринимать свет переменной яркости, будет преимуществом, так как оно позволит воспринимать тень и движения и будет способствовать выживанию.

См. также статьи «Неодарвинизм», «Менделизм», «Мутация»,

«Репродуктивная изоляция».

НЕОПИЛИНА

Моллюски (улитки, устрицы, кальмары и слизни) считаются в высшей степени приспособленными и широко распространенными организмами, поскольку их предок выработал эффективную защиту в виде раковины. Их общим предком мог быть примитивный моллюск пилина (Pilind), останки которого находят в отложениях кембрийского периода и который имел простую раковину в виде колпачка. Предполагалось, что такие формы исчезли около 350 миллионов лет назад, но в 1952 году в глубинах Тихого океана были обнаружены представители вида, очень похожего на древнего моллюска. На взгляд неспециалиста, неопилина (*Neopilina*) — довольно невзрачное животное, какой-то моллюск, около 2 сантиметров в диаметре, но для экспертов в области малакологии ее обнаружение явилось одним из величайших открытий XX века. У нее имеются жабры, расположенные парами, и двусторонне симметричное тело (различаются правая и левая половины), что необычно для моллюсков, но характерно для кольчатых червей. Кроме того, что это живое ископаемое, по всей видимости, указывает на общее происхождение настоящих кольчатых червей и моллюсков, обстоятельства его обнаружения тоже довольно удивительны.

В 1952 году датское глубоководное исследовательское судно «Галатея» подняло с глубины в 3600 метров близ побережья Коста-Рики первые экземпляры этого животного. Ничего подобного среди ныне живущих животных не видели, а поскольку их подняли с большой глубины, то оставалось только догадываться об их образе жизни. Шесть лет спустя у берегов Перу был обнаружен второй вид; а в 1962 году у берегов Калифорнии еще один. Через девять лет нашли и четвертый вид, на этот раз в Аденском заливе. Исходя из этого можно предположить, что род неопилин широко распространен по всему миру. Самое удивительное, что они в течение долгого времени никому не попадались на глаза. Начиная с 1872 года, когда судно королевского флота Великобритании «Челленджер» пустилось в трехлетнее плавание, были проведены десятки глубоководных исследований во всех морях с использованием самых лучших аппаратов. Но за 80 лет тщательных поисков обнаружить неопилин не удавалось.

См. также статью «Живые ископаемые».

НЕОТЕНИЯ

Форма тела, которую в конечном итоге принимает взрослый организм, контролируется при помощи генов и может подвергаться естественному отбору в процессе роста. Гены определяют как природу признаков взрослого организма, так и скорость, с какой они проявляются, включая стадию полового созревания. Убыстрение процесса полового созревания может привести к тому, что взрослый организм будет сохранять признаки молодого. Способность организмов размножаться на ранней стадии развития (например, раннее половое созревание в личиночной стадии) называется «неотения». В 1920 годах Уолтер Гарстанг и другие ученые предположили, что неотения оказывает влияние на эволюционные изменения. Они выдвинули гипотезу, что хордовые (животные с хордой, предшественники позвоночных) произошли от зрелых личинок иглокожих (беспозвоночных с покрытой шипами кожей) типа морских ежей.

Существует много случаев, подтверждающих, что развитие неотении сыграло важную роль в эволюции, особенно в эволюции примитивных земноводных. Один из широко известных примеров — мексиканский аксолотль. Он может размножаться в стадии водной личинки и завершать жизненный цикл, не выходя из воды. Другой пример, тоже из земноводных, это протеи, обитающие в Европе и США.

Эти примеры, хотя и интересны с биологической точки зрения, ничего не говорят широкой публике. Однако в 1970 годах Б. Кэмпбелл предложил неординарное толкование этого феномена, которое касается всех живых организмов планеты. Он отнес явление неотении ко всему человеческому роду. Ограниченный волосяной покров и бледность кожи европеоидной расы может быть результатом прерванного развития волосяных мешочков и связанных с ними клеток, производящих пигмент меланин. Относительно большой мозг и отсутствие надбровных дуг может быть характеристикой ранней стадии развития обезьян, так же, как и увеличенная скорость роста волос на голове по сравнению с остальными частями тела и увеличенный объем полушарий мозга при рождении по сравнению с другими органами.

См. также статью «Естественный отбор».

НИША

Это слово происходит от итальянского *nicchia* и означает углубление, в котором что-то находится. В экологии оно приобрело дополнительное значение — место, занимаемое организмом в окружающей среде. В это понятие входит функциональная роль организма в сообществе. Термин «ниша» также подразумевает все связи между популяциями, сообществами и экосистемой, в которой находится организм. В число этих связей входят следующие приспособления:

• экологическая амплитуда устойчивости ко всем неживым ограничивающим факторам среды;

• способность пользоваться пищей внутри среды;

• изменения, позволяющие выжить на территории, где обитает организм;

• способность выжить внутри определенной популяционной структуры.

Каждая популяция занимает определенную экологическую нишу, которая определяет основные структуры, физические и поведенческие приспособления популяции. Различные сообщества в очень похожих экосистемах, для которых характерны сходные среды, часто аналогичны по своей структуре и могут занимать ниши, которые в основных своих чертах абсолютно идентичны. Приспособления популяций в этих нишах могут внешне быть очень схожими, даже если эти популяции совершенно не родственны друг другу.

Если два вида занимают одну нишу, то между ними возникает конкуренция, которая длится до тех пор, пока один вид не вымещает другой. Схожие ниши в разных районах могут занимать разные виды. Например, африканская лань занимает ту же нишу, что и евразийский марал Евразии. И напротив, один тип организмов может путем адаптивной радиации занять несколько разных ниш, например дарвиновы вьюрки на Галапагосах.

Когда два вида сосуществуют на одной территории, то можно предположить, что они взаимодействуют со средой по-разному (занимают разные ниши). В лесу, например, водятся различные виды птиц, питающихся семенами, но каждый из них, на самом деле использует среду обитания по-своему.

См. также статьи «Дарвиновы вьюрки», «Галапагосы, острова».

ОТБОР

Естественный отбор — это процесс, сокращающий в популяции пропорцию организмов, относительно неприспособленных к выживанию и увеличивающих пропорцию организмов с фенотипом, близким к оптимальному, для определенной среды и уровня конкуренции. Здесь важен высокий показатель выживаемости, поскольку он предоставляет организму возможность произвести потомство и передать свои гены следующим поколениям, внести их в общий генофонд. Большинство фенотипических признаков определяются генами и имеют тенденцию к нормальному распределению в популяции. Положение оптимального фенотипа определяет основной тип отбора. Существуют три основных типа отбора, которые приводят к улучшению признаков популяции при определенном наборе условий. Они таковы:

1. Стабилизирующий естественный отбор. Достигает цели, отсекая крайние проявления признаков.

2. Направленный естественный отбор. Приводит к распространению одной крайней степени признака.

3. Дизруптивный (раскалывающий) естественный отбор. Приводит к распространению крайних проявлений признаков, отсекая среднее.

Хотя и можно поделить отбор на данные типы, следует помнить, что все они тем не менее считаются различными аспектами одного общего процесса. Тот факт, что некоторые организмы менее приспособлены (то есть они обладают меньшей выживаемостью и/или способностью дать потомство), означает, что те, от кого зависит выживание популяции, конкурируют с организмами, которые все более и более становятся похожими на них. Если направленный естественный отбор постепенно ликвидирует одну крайность фенотипического ряда, то в конечном итоге наступит момент случайного распределения оптимального фенотипа. Тогда в действие приводится стабилизирующий отбор, поддерживающий устойчивое положение.

Первый тип отбора (стабилизирующий) можно пояснить на примере роста людей. Если в каком-то обществе важно иметь средний рост, то очень высокие или низкие люди будут страдать от определенных неудобств. Это называется «высокое давление отбора».

См. также статьи «Искусственный отбор животных», «Искусственный отбор растений», «Естественный отбор».

ОУЭН, РИЧАРД

Ричард Оуэн (1804–1892) — известный анатом и палеонтолог, родился в Ланкастере. Он изучал медицину сначала в Эдинбургском университете, а затем в больнице св. Варфоломея в Лондоне. По совету своих наставников он занялся научными исследованиями и работал в музее Королевского хирургического колледжа, составляя многочисленные каталоги. В 1832 году он опубликовал трактат о наутилусе и следующие 50 лет посвятил изучению сравнительной анатомии многих животных, в особенности птиц. Он применял свои анатомические знания в таком трудном деле, как восстановление облика вымерших животных по разрозненным окаменелым остаткам и внес весомый вклад в развитие палеонтологии и изучение эволюции. Свое мастерство анатома Оуэн совершенствовал, препарируя животных, умерших в лондонском зоопарке. Его реконструкции вымерших рептилий часто напоминали гигантские варианты современных видов.

Одним из основных вкладов Оуэна в научный лексикон стало изобретение слова «динозавр». Он составил его в 1842 году из двух греческих корней *deinos* — ужасный и *sauros* — ящер. В канун нового 1853 года он вместе с компанией, состоящей из 21 ученого, устроил праздничный ужин в Лондонском хрустальном дворце внутри одной из реконструированных им огромных моделей динозавра.

В 1849 году он стал хранителем Королевского хирургического музея, а в 1856 году — заведующим отделом естественной истории Британского музея. В этой должности он многое сделал для открытия отдельного Музея естественной истории в лондонском Южном Кенсингтоне. На приобретение первого экспоната, почти полной окаменелости археоптерикса, он потратил денег в два раза больше, чем позволял ежегодный бюджет музея. Оуэн продолжал работать до 1884 года, когда он вышел в отставку и уехал в Ричмонд.

Несмотря на огромную работоспособность и трудолюбие, некоторые из выводов Оуэна оказались ложными. Он много писал о сравнительной анатомии и палеонтологии позвоночных, будучи пионером в этой области. Он был настроен против дарвиновской теории эволюции и отрицал возможность происхождения человека и приматов от одного общего предка.

См. также статьи «Археоптерикс», «Дарвинизм», «Динозавры».

ПЕКИНСКИЙ ЧЕЛОВЕК

Пекинский человек — один из возможных ранних предков современного человека, возраст остатков которого составляет около 1,8 миллиона лет. Первое свидетельство его существования было получено в виде окаменелых зубов, которые известный немецкий палеонтолог Макс Шлоссер купил в пекинской аптеке. Во время геологических исследований в Китае в 1921 году палеонтологи, по крайней мере из семи стран пытались обнаружить останки древнего человека близ деревни Чжоукоудянь. Среди этих преданных своему делу ученых были швед Й. Гуннар Андерссон и канадец Дэвидсон Блэк. В 1926 году они обнаружили окаменелые зубы в заброшенной каменоломне близ Пекина и идентифицировали их как останки пекинского человека. Блэк дал научное название этому раннему звену или ветви человеческой эволюции: *Sinanthropus pekinensis* (синантроп), что значит китайский человек из Пекина. С 1927 по 1937 год палеонтологи из китайско-шведской экспедиции обнаружили останки более 40 индивидуумов, причем были найдены свидетельства каннибализма, использования огня и примитивных кварцевых орудий. В 1934 году Блэк умер и его преемник в Пекинском университете (немецкий анатом Франц Вайденрайх) в 1936–1937 годах нашел еще большее количество остатков пекинского человека.

Во время Второй мировой войны была предпринята транспортировка останков пекинского человека в США. К сожалению, в тот день, на который была назначена отправка, японцы разбомбили Перл-Хабор и объявили войну США. Японские войска захватили поезд, в котором останки везли в порт Цзиньхуандао и их больше никогда не видели. Но Вайденрайх, к счастью, успел сделать гипсовые отпечатки и отправить их в Америку. После окончания войны были предприняты поиски оригиналов бесценных останков, но без успеха. Через пятнадцать лет название *Sinanthropus pekinensis* было заменено на *Homo erectus* (человек прямоходящий), то есть пекинский человек был отождествлен с яванским человеком, которого нашел Эжен Дюбуа.

См. также статью «Дюбуа, Эжен».

ПЕРИОДИЧЕСКИ НАРУШАЕМОЕ РАВНОВЕСИЕ

Одна из наиболее важных современных концепций, представляющих собой усовершенствование эволюционной теории, — это концепция периодически нарушаемого равновесия, впервые предложенная Н. Элдриджем и Стивеном Джеем Гоулдом в 1972 году. Эти ученые заметили, что порой среди окаменелостей начинают попадаться новые виды, которых не было в отложениях предыдущих эпох, тогда как другие виды оставались неизменными на протяжении миллионов лет. Однако то, что кажется быстрым по геологической шкале, не обязательно таково с точки зрения генетического времени. В конце 1970 годов А. Р. Темплтон провел генетические исследования, в ходе которых доказал, что образование нового вида может произойти не за тысячи, а за десятки поколений и при относительно малых генетических различиях.

Среди тех окаменелостей, что были собраны ко времени Чарлза Дарвина, наблюдались большие хронологические пробелы, но при этом были и очевидные доказательства неожиданного появления многих новых форм в один и тот же геологический промежуток времени. Эволюция, как может показаться, двигалась не равномерно, а рывками. Долгие периоды времени, в течение которых определенные виды сохранялись в почти неизменном виде, чередовались с периодами бурного развития и появления новых видов, которые в свою очередь оставались неизменными на протяжении следующего периода. Таким образом, долгие периоды стабильности перемежались с быстрыми периодами перемен. Это эпизодическое, а не постепенное изменение, было названо «периодически нарушаемое равновесие». Это отличается от положений классического дарвинизма, в котором всячески подчеркивалась роль постепенных изменений и размеренного, последовательного развития.

Видообразование млекопитающих в эволюции было быстрым — около 100 семейств за 30 миллионов лет. В отличие от них моллюски развивались гораздо медленней; им потребовалось около 500 миллионов лет, чтобы достичь того же уровня многообразия, что и млекопитающим. Т. С. Уэстолл в 1949 году провел классические исследования ископаемых видов двоякодышащих рыб с целью выяснить особенности их медленной эволюции. Установив набор признаков каждого ископаемого рода,

Уэстолл показал, что, начиная с середины палеозойской эры (около 400 миллионов лет назад), перемены во внешнем виде происходили быстро на протяжении первых 100 миллионов лет, но впоследствии резко замедлились, и за последние 150 миллионов лет не было никаких изменений.

ПЕРИПАТУС

В горных породах кембрийского периода (540–505 миллионов лет назад) находят останки животных, которые, вероятно, свидетельствуют о родственной связи между кольчатыми червями (такими, как земляные черви) и членистоногими. Это, в частности, окаменелые останки животного *Aysheaia*, которые обнаружили в сланце Бёрджесс. Это маленькое морское животное было поделено на кольцевые доли, как и кольчатые черви, но имело ножки, с помощью которых передвигалось, подобно современным сороконожкам. Их потомки вышли на Землю и, возможно, от них произошли современные реликтовые (живое ископаемое) виды перипатуса (*Peripatus*).

Перипатус довольно сильно напоминает своего кембрийского предка. 70 различных его видов встречаются в тропической Америке, Африке и Австралазии. Они имеют червеобразное тело, уменьшающееся к задней части. Перипатус около 7 сантиметров в длину, но он может вытягиваться и сокращаться. Цвет может варьироваться от темно-серого до красновато-коричневого. Кожа сухая и шершавая; каждая из 20 (или около того) пар ног оканчивается крючками, причем ноги тоже кольчатые, как и тело. Наиболее примечательно в перипатусе то, что он обитает исключительно на суше, но сохраняет дыхательную систему, указывающую на его водное происхождение.

Еще в 1874 году, когда Х. Н. Мосли первым из натуралистов исследовал перипатуса, было решено, что он относится скорее к членистоногим, чем к кольчатым червям. Интересно, что перипатус встречаются в лесах, хотя Мосли в то время занимался океанографическими исследованиями на корабле «Челленджер». Он воспользовался семинедельной передышкой в Кейптауне и исследовал окрестные земли. По этой причине первому найденному виду присвоили название *Peripatus moseleyi*, по фамилии его первооткрывателя.

Ископаемый предок перипатуса, *Aysheaia*, имеет возраст около 500 миллионов лет. Было найдено 19 образцов этого животного, но большинство из них имеет вид невзрачного ржавого пятна на известняке. Однако этого оказалось достаточно, чтобы специалисты определили строение его тела и ног. Теперь уже нет сомнений, что он был дальним родственником перипатуса, которого иначе называют еще «бархатный червь» и который до сих пор ползает по влажным тропическим лесам.

См. также статьи «Сланец Бёрджесс», «Живые ископаемые».

ПИЛТДАУНСКИЙ ЧЕЛОВЕК

Пилтдаунский человек вошел в историю антропологии как один из самых скандально известных розыгрышей. Его открытие относится к 1912 году, но о том, что это подделка, узнали только в 1953 году. Череп пилтдаунского человека был реконструирован на основе окаменелостей, найденных при раскопках близ селения Пилтдаун-Коммон в английском графстве Суссекс. Их нашли Чарлз Доусон и смотритель отдела геологии Лондонского музея естественной истории Артур Смит Вудворд. В результате тщательного осмотра местности они обнаружили 11 фрагментов черепа, правую половину нижней челюсти с двумя коренными зубами, несколько кремневых орудий и окаменелые кости вымерших животных. Было высказано предположение, что черепу около 200 000 лет.

Средства массовой информации окрестили пилтдаунского человека недостающим звеном, а официально ему было дано название *Eoanthropus dawsoni* — человек зари Доусона. В течение последующих 30 лет останки древних гоминидов были найдены в Африке и Азии, но ни один из них не походил на пилтдаунского человека. В 1948 году его останки были подвергнуты экспертизе при помощи фторового анализа и у экспертов возникли серьезные вопросы по поводу подлинности пилтдаунского человека. Оказалось, что челюсть была позаимствована у средневекового орангутанга, умершего в 10 лет. Фрагменты черепа были древнее челюсти, но все равно не такими древними, как хотелось бы. Некоторые из зубов были специально подпилены, чтобы показаться стершимися. Так что, вне всякого сомнения, это была хорошо организованная подделка.

В свое время пилтдаунский человек пришелся как раз к месту — ученые начала века были озабочены поисками «недостающего звена» эволюции, совмещающего черты человека и обезьян. Как видно, иногда предвзятые идеи и ожидания оказываются сильнее доводов разума. Злоумышленника, ответственного за этот розыгрыш, так и не нашли (и, видимо, уже никто не узнает, кем он был). В 1954 году Джозеф Сидни Вайнер применил к этому эпизоду некоторые методы судебной экспертизы и описал свои выводы в книге «Пилтдаунская подделка». Несмотря на его тщательные исследования, пилтдаунская подделка так и осталась загадкой.

См. также статьи «Люси», «Пекинский человек».

ПЛЕЗИОЗАВРЫ

Плезиозавры — это большая группа водоплавающих рептилий триасового и мелового периодов (245–144 миллиона лет назад). Две основные линии этих животных произошли от общего предка, жившего в триасе, но они сильно отличались друг от друга. Их предком, по всей видимости, был 3-метровый нотозавр (*Nothosaurus*) с вытянутыми зубастыми челюстями, длинной шеей, перепончатыми лапами и плавниками в верхней части длинного хвоста, обитавший у берегов и питавшийся рыбой, Плезиозавры были более приспособленными для жизни в море, но не настолько хорошо, как ихтиозавры. Представители одной из групп, эласмозавры, обладали длинной шеей и коренастым телом. Их конечности развились в плавники, при помощи которых они передвигались в воде в «летающей» манере. Рулить им помогал ромбообразный плавник на конце короткого хвоста. Они, скорее всего, ловили рыбу у поверхности океана, благодаря длинной шее быстро забрасывая голову в косяки рыбы. Так они могли поймать несколько рыб за один раз, не производя телом никаких движений.

Находка 1868 года окаменелого скелета эласмозавра (*Elasmosaurus*) в США послужила поводом для полемики двух соперничающих палеонтологов, Эдварда Коупа и Отниела Марша. Окаменелость описал Коуп, но он по ошибке поместил череп на конце хвоста, а не на шее. Марш публично указал ему на это, и, говорят, Коуп никогда не простил Маршу того, что он высмеял его перед общественностью.

Другая группа водных рептилий — пилозавры обладали короткой шеей и были крупнее эласмозавров. Некоторые, например кронозавр (*Kronosaurus*), найденный в меловых отложениях Австралии, в длину достигали 12 метров. Все они имели большие головы, до одной пятой от длины тела, и обтекаемую форму. Должно быть, они считались эквивалентом современного кашалота и охотились на предков современных гигантских кальмаров. Ихтиозавры, эласмозавры и пилозавры, по всей видимости, не составляли друг другу конкуренции, так как ловили добычу на различных глубинах древних морей.

См. также статью «Ихтиозавры».

ПОСТЕПЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

Спор о том, происходит ли эволюция непрерывно и постепенно или же она идет эпизодическими скачками, уходит корнями еще в начало 1940 годов. Тогда Эрнст Майр предположил, что некоторые современные роды птиц эволюционировали очень быстро, каждый как небольшая маргинальная популяция вида-предка. В таких небольших и изолированных популяциях эволюционные перемены происходят быстро, и если подобные процессы в прошлом происходили часто, то вероятность, что среди окаменелых останков мы найдем подробные стадии этого процесса, очень мала, если она вообще есть. В 1970 годах его точку зрения активно поддержали Найлс Элдридж и Стивен Джей Гоулд. Именно они впервые назвали две различных гипотезы в эволюционной теории периодически нарушаемым равновесием (скачкообразная эволюция) и градуализмом (постепенная эволюция). Как только был брошен вызов классическим представлениям, современные приверженцы эволюционной теории разделились на два лагеря — убежденных сторонников скачкообразной эволюции и не менее решительно настроенных сторонников постепенной эволюции. С тех пор продолжались непрерывные споры, и постепенно многие неспециалисты пришли к мнению, что споры идут о том, имела ли вообще место эволюция или нет. На самом деле обе стороны признают, что современные виды произошли от других видов и речь идет только о возможном механизме, ответственном за процесс происхождения видов, который продолжается и в наше время.

Свидетельства неожиданного появления новых видов в те или иные геологические эпохи могут быть взяты на вооружение теми креационистами, которые не ограничиваются написанным в Библии. Они могут рассматривать эти случаи как периодические акты творения сверхъестественного существа, а исчезновение старых видов объяснять катастрофами. Такие взгляды невозможно доказать научными методами.

Эти два взгляда — гипотеза постепенной эволюции и гипотеза скачкообразной эволюции — призваны объяснить механизм возникновения новых видов. Основной проблемой при сравнении этих двух гипотез является то, что данные об ископаемых видах ограничиваются скелетными остатками. У нас нет почти никаких сведений о том, какими были мягкие части организмов, не говоря уже о характере их поведения или об экологических сообществах, в которых проходило образование

новых видов.

См. также статьи «Креационизм», «Периодически нарушаемое равновесие».

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ

Основные теории, предложенные на этот счет, можно свести к четырем гипотезам:

1. Жизнь не имеет начала. Жизнь, материя и энергия сосуществуют в бесконечной и вечной Вселенной.
2. Жизнь была создана в результате сверхъестественного события в особый момент в прошлом.
3. Жизнь на этой планете появилась откуда-то из другого места Солнечной системы или Вселенной.
4. Жизнь возникла на этой планете в строгом согласии с химическими и физическими законами.

Из этих гипотез первая не соотносится с фактами, известными на сегодняшний день. Вторую невозможно проверить научными методами, и она касается исключительно вопроса веры. Третья теория неудовлетворительна тем, что просто переносит проблему в другое место; к тому же она тоже маловероятна, поскольку трудно представить, будто жизнь может пересечь межпланетные и межзвездные пространства. Для этого потребовалось бы полностью остановить метаболические процессы и обладать необычайной защитой от сильного космического излучения. Космическая радиация и вакуум оказываются летальными для любого живого организма. То же самое относится и к «семенам жизни» первой гипотезы.

Четвертая гипотеза кажется наиболее достоверной и ее можно проверить научными методами. В 1936 году советский биохимик А. И. Опарин опубликовал работу «Возникновение жизни на Земле», в которой предполагал, что атмосфера древней Земли состояла из смеси аммиака, воды и метана. В 1953 году Стэнли Ллойд Миллер смоделировал такую атмосферу в особом аппарате, через нее он в течение недели постоянно пропускал электрические разряды. Таким образом из неорганических молекул ему удалось получить нечто вроде аминокислот (строительных кирпичиков белков). К 1968 году подобным образом были синтезированы все известные аминокислоты. К началу 1990 годов из простых химических соединений были синтезированы все основные фрагменты ДНК, а ближе к концу столетия — самореплицирующиеся молекулы.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПРИМАТОВ

Приматы произошли от бокового ответвления насекомоядных (предков современных землероек). Большинство из современных приматов обладают общими признаками, в том числе высокоразвитым мозгом, хорошим зрением, относительно слабым обонянием и цепкими конечностями. Хвосты, которыми можно хвататься за ветки, распространены только среди обезьян Нового Света (Южная Америка). У более крупных обезьян Старого света, таких, как горилла, хвост исчез.

Считается, что предком приматов была плезиаспида (*Plesiadaspis*), обитавшая в Северной Америке и Европе около 60 миллионов лет назад. Это животное обладало чертами грызунов, такими, как острые резцы, и выглядело, по всей видимости, как современная белка. У него была вытянутая мордочка, а чувство обоняния играло довольно важную роль. Мозг же был небольшой и простой по строению. Скелет также был примитивным с передними и задними ногами приблизительно равной длины, с когтями на пальцах; конечности животного не были цепкими.

Около 50 миллионов лет назад в Северной Америке и Европе появилась группа более развитых приматов. Члены этой группы гораздо более напоминали современных лемуров, чем плезиаспида, например, формой зубов, увеличенным мозгом, уплощенной мордой и прямо расположенными глазами. Они разошлись на несколько ветвей, представители одной приобрели большее количество зубов и утратили признаки, которые можно обнаружить у многих современных низших приматов.

Различные группы отличались и по тому, как они передвигались по деревьям. Многие современные низшие приматы передвигаются прыжками в вертикальном положении, цепляясь за стволы и большие ветки, отталкиваясь от них мощными задними ногами. Их предки еще не развили такой специализации: они были четвероногими и передвигались по небольшим ветвям деревьев. При этом им пришлось расширить свой рацион и включить в него наряду с насекомыми фрукты и почки.

Но ни один из этих ископаемых видов, по всей видимости, не являлся предком высших приматов (обезьян). В эоцене широко распространились омомииды (*Omomyidae*), которые были менее специализированными. Они-то, скорее всего, и были предками высших приматов.

ПРОКАРИОТЫ

Любой организм, в котором генетический материал (ДНК) не окружен мембраной и, следовательно, клетка которого не имеет ядра, относится к прокариотам (*про* — до, *карион* — ядро). Прокариотами являются бактерии и синезеленые водоросли. По всей видимости, они были предками эукариотов.

Часто говорят, что разделение на прокариотов и эукариотов было величайшим эволюционным достижением, так как различие в их клеточном строении очень велико. Прокариотическая клетка не имеет ядра, то есть мембраны, окружающей генетический материал. Ее единственная кольцевая хромосома (генофор) свободно плавает в цитоплазме. Кроме того, многие функции, которые в клетках эукариотов выполняют органеллы, в клетке прокариотов происходят в складках мембраны, окружающей клетку. Хотя в этих клетках отсутствует большинство органелл клеток эукариотов, они имеют рибосомы, которые служат механизмом сборки молекул белков.

Большинство ученых считает, что жизнь появилась на Земле около 4 миллиардов лет назад. В 1980 году в Западной Африке были найдены окаменелые древние прокариоты. Им предположительно 3,5 миллиарда лет, и они относятся по меньшей мере к пяти различным типам организмов, но все они напоминают современные бактерии. Эти окаменелости называются строматолитами и свидетельствуют о том, что 3,5 миллиарда лет назад на Земле уже существовала жизнь.

Вполне возможно, что прокариоты были захвачены предками эукариотов и приспособились к совместной с ними жизни к взаимной выгоде (эндосимбиоз). Тогда такие органеллы, как митохондрия (где производится большая часть энергии), — это видоизмененные бактерии. Синезеленые водоросли могли в таком случае стать хлоропластами.

Одним из доказательств теории эндосимбиоза может быть тот факт, что митохондрии и хлоропласты организованы схожим образом с прокариотами.

См. также статью «Эукариоты».

ПРОКОНСУЛ

В 1927 году Х. Л. Гордон, поселенец из Западной Кении, нашел необычные окаменелости в куске известняка, который добыл в каменоломне. Он отослал их в Британский музей на опознание и когда их отделили от породы, то оказалось, что это часть верхней челюсти и зуб древнего гоминида. Позже ученые определили, что окаменелостям, найденным в том же месте, около 18 миллионов лет (довольно ранний миоцен). Идентификация и описание останков были произведены Тинделлом Хопвудом, палеонтологом из Британского музея. Его заинтересовали эти останки, поскольку они были необычными и самыми древними из тех, что он видел до сих пор. В 1931 году он организовал экспедицию к месту находок и обнаружил еще два ископаемых остатка. Хопвуд пришел к мысли, что обнаружил предка современных шимпанзе, которому он дал научное имя «проконсул» (*Proconsul*). Обладая определенным чувством юмора, Хопвуд назвал его так в честь Консула, — шимпанзе из лондонского эстрадного представления, который развлекал публику, катаясь на велосипеде и куря трубку.

Другие останки проконсула были найдены в 1948 году на острове Рсинга (озеро Виктория) Луисом и Мэри Лики — фрагмент лица и челюсти. В 1951 году там же были найдены фрагменты черепа, кисти, ступни и руки, что позволило с большей достоверностью реконструировать скелет существа. К 1990 годам были обнаружены фрагменты девяти скелетов проконсула, взрослых, молодых и детенышей. Сейчас известны почти все кости проконсула.

Согласно современным данным, около 18 миллионов лет назад существовало, скорее всего, три вида проконсула. Это были довольно неспециализированные обезьяны. У них, по всей видимости, не было приспособлений для совершения прыжков или качания на ветвях при помощи рук, хотя они могли передвигаться, опираясь на землю руками, как современные шимпанзе и гориллы.

Анализ многочисленных останков проконсула показал, что он не был предком современного шимпанзе, как полагал Хопвуд. Это, скорее всего, был общий предок всех крупных человекообразных обезьян и людей.

См. также статью «Лики, Луис».

ПРОТОБИОНТЫ

Это название образовано от элементов *прото* — первый и *бионт* — жизненная форма. Протобионты это специализированные «капельки», скопления молекул с особыми внутренними химическими свойствами, отличающимися от свойств окружения. Возможно, это были предшественниками прокариотов. Между образованием отдельных органических молекул, таких, как аминокислоты, имеющих биологический потенциал, и их сборкой в сложную единую систему клетки, являющуюся основой жизни, пролегла глубокая пропасть. Для преодоления ее необходимо было выполнить два следующих условия:

1. Концентрация молекул и их упорядочивание.

2. Развитие метода саморепликации (воспроизводства) — основной характеристики, отличающей живое от неживого.

Для объяснения концентрации и упорядочивания молекул, растворенных в «первичном бульоне» древней Земли, было предложено несколько гипотез. Наиболее вероятные основаны на концепции полимеров: большие молекулы образовались путем соединения маленьких молекул. Они часто появляются на поверхности воды в экспериментах, подобных тем, что предпринимал Миллер, и их число со временем увеличивается экспоненциально; причем первые молекулы служат центром сборки последующих. Они могут удерживаться рядом друг с другом электростатическими (положительными и отрицательными) силами и образовывать коацерватные капли. Такие капли состоят из внутреннего скопления коллоидных молекул, окруженных оболочкой молекул воды. В результате образуется четкая разграничительная линия между коллоидным белковым раствором и водой, в которой они взвешены. Коацерватные капли могли привести к образованию первых протобионтов или «протоклеток». Однако им еще далеко до настоящих клеток, какими мы их знаем.

Стоит заметить, что у протобионтов отсутствует существенное свойство живых организмов — передача генетической информации и, следовательно, они не могут самовоспроизводиться.

См. также статью «Происхождение жизни», «Прокариоты».

ПТЕРОЗАВРЫ

До триасового периода (245–202 миллиона лет назад), единственными животными, передвигающимися в воздухе, были насекомые. Когда некоторые ящеротазовые динозавры развили кожистые перепонки, поддерживаемые вытянутыми ребрами, появились планирующие рептилии. Похоже, что такое приспособление дало им возможность спасаться от мелких хищных ящеротазовых динозавров того периода.

Настоящими хозяевами воздуха стали птерозавры, которые, как и динозавры, были потомками архозавров. Их происхождение можно проследить вглубь веков до 30-сантиметрового планирующего пресмыкающегося подоптерикса (*Podopteryx*), останки которого найдены в триасовых отложениях Центральной Азии. Это существо имело широкие перепонки между удлиненными конечностями, соединенные с хвостом.

Широко известный летающий ящер — птеродактиль был размером с голубя и летал при помощи пары кожистых крыльев, прикрепленных к туловищу, передним и задним конечностям. Они летали сравнительно хорошо, изменяя площадь крыльев благодаря распрямлению и сгибанию конечностей, что позволяло маневрировать в воздухе. Питались они, скорее всего, рыбой, хватая ее с поверхности водоемов. Для поддержания такого активного образа жизни птерозаврам необходима теплокровность и среди их окаменелостей были найдены следы волосяного покрова или меха. Самый известный из крупных птерозавров — птеранодон (*Pteranodon*). Размах его крыльев достигал 6 метров. Останки птеранодона найдены в позднемеловых отложениях в США в 1872 году. В 1975 году в Техасе были найдены останки гигантского вида кецалькоатлюс (*Quetzalcoatlus*); размах его крыльев предположительно составлял 11–15 метров. Возможно, это было самое крупное существо, которое когда-либо поднималось в воздух над нашей планетой; он был по крайней мере в три раза крупнее любой летающей птицы и более других животных походил на аэроплан.

Золенгофенские известняки Южной Баварии (Германия) известны тем, что там найдено много прекрасно сохранившихся скелетов птерозавров, начиная с самого первого, который в 1784 году обнаружил Козмо Алессандро Коллини. Этот вид известняков отлагался в мелких морях близ берегов крупного массива суши, который впоследствии стал северной частью Европы и где тысячелетние отложения ила навеки похоронили самые разнообразные формы жизни.

ПТИЦЕТАЗОВЫЕ ДИНОЗАВРЫ

Птицетазовые динозавры по-научному называются *Ornithischia*. Форма таза у них такова, что кости ног направлены вниз, параллельно друг другу. Все они были растительноядными и в эпоху распространения этих динозавров — в юрский и меловый периоды (202—65 миллионов лет назад) на них охотились ящеротазовые динозавры (*Saurischia*), которые появились приблизительно одновременно с ними.

Ранние птицетазовые динозавры были довольно маленькими и двуногими. Двуногую позу вместе с длинным хвостом и длинными задними ногами они унаследовали от своих предков архозавров, точно так же, как и их родственники ящеротазовые. Возможность передвигаться на двух ногах позволяла развивать большую скорость, удирая от хищных преследователей.

При этом особая форма таза предоставляла больший объем для размещения внутренних органов по сравнению со строением тела ящеротазовых. Это различие важно, так как у травоядных животных пищеварительная система занимает больший объем, чем у хищников. Поэтому ранние представители птицетазовых были двуногими и центр тяжести у них располагался в области таза. В отличие от них представители другой группы имели более вытянутые тела, и потому увеличивающийся объем завроподов (растительноядных ящеротазовых динозавров) вынудил их прочно стать на четыре ноги.

Одна группа из птицетазовых динозавров выработала специализированные зубы для пережевывания растительности. Это были так называемые орнитоподы или птиценогие динозавры. Самыми приспособленными стали утконосые динозавры мелового периода. Некоторые из них достигали в длину 12 метров. Их череп расширялся в подобие клюва, в передней части челюсти зубов не было, а в задней части имелось множество мощных перетирающих зубов.

Впоследствии возникло несколько форм четвероногих птицетазовых динозавров. Они были часто хорошо вооружены костным панцирем и внешне чем-то походили на современных носорогов.

См. также статьи «Динозавры», «Ящеротазовые динозавры».

ПЯТИПАЛЬЦЕВАЯ КОНЕЧНОСТЬ

При исследовании гомологичных образований у разных организмов можно проследить, как эти образования приспосабливались к выполнению различных функций. Классический пример — пятипальцевая конечность позвоночных. Она эволюционировала из разновидностей парных плавников предков кистеперых рыб (*Crossopterygii*), основная схема распределения в ней костей может быть прослежена у земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих. При адаптации этой конечности к всевозможным функциям и способам передвижения происходили различные модификации, исчезновения, сокращения или слияния элементов. Конечности могут быть специализированы для плавания, например плавники кита или крылья пингвина; для ходьбы, как ноги наземных позвоночных; для выполнения различных действий, как у приматов (обезьян и людей); для полета, как крылья птиц и летучих мышей. Кости, образующие общую схему конечности, доставшейся этим животным от древнего предка, перечислены в таблице.

Передняя конечность	**Задняя конечность**
Плечевая кость (верхняя часть)	Бедренная кость (бедро)
Лучевая кость и локтевая кость (нижняя часть)	Большая берцовая и малоберцовая кости (голень)
Кости запястья	Кость предплюсны (лодыжка)
Пястные кости (кисть)	Кости плюсны (ступня)
Фаланги (пальцы)	Фаланги (пальцы)

Адаптация к одинаковому образу жизни может быть достигнута различными средствами; крылья птиц, например, образованы в основном перьями, а крылья летучих мышей — кожистой перепонкой. Но строение скелета у них в принципе очень похоже. Эта схожесть свидетельствует о том, что они эволюционировали от одного относительно далекого общего предка, наземного позвоночного. Освоение полета млекопитающими произошло гораздо позже, чем у птиц. Летучие мыши заполнили нишу, не занятую другими млекопитающими и остававшуюся пустой после вымирания летающих рептилий, птерозавров. Способность к полету у птиц и летучих мышей не говорит о том, что они произошли от одного сравнительно недавнего предка — крылья у них возникли независимо; но в каждом случае — при использовании общей структуры —

пятипальцевой конечности.

См. также статьи «Ниша», «Птерозавры».

РАВНОВЕСИЕ ХАРДИ-ВАЙНБЕРГА

Под равновесием Харди-Вайнберга подразумевается концепция, вытекающая из принципа Харди-Вайнберга. Согласно этой концепции, частота аллелей любого признака в популяции в любом поколении остается неизменной, при условии отсутствия внешнего влияния.

Представим, что аллель *A* доминантный, а аллель *a* рецессивный. Скрещивание между особями с генотипами *AA* и *aa* приведет к потомству F1 с генотипом *Aa*. Если подсчитать частоту генов при скрещивании особей поколения F1, то окажется, что четверть популяции в поколении F2 будет иметь генотип *AA*, половина *Aa* и четверть *aa*. Для того чтобы определить, какая часть поколения F3 будет потомством, допустим, особей с генотипом *AA* и *aa*, умножим одну четверть на одну вторую и получим одну восьмую. Следовательно, при условии случайного скрещивания в следующем поколении одна восьмая популяции будет потомством этой пары. Тогда какая часть поколения будет потомством *AA* и *AA*? *Aa* и *aa*?

Все эти комбинации дадут одну восьмую числа всех особей следующего поколения F3; и какая же часть его будет гетерозиготной (*Aa*)? Подсчитав частоту этого типа гамет среди возможных сочетаний, получаем $4 \times 1/8 = ½$. Каково было количество особей с генотипом *Aa* в поколении F2? Тоже половина. Если подсчитать результаты всех возможных комбинаций в поколении F3 и в любом поколении, следующим за ним, то окажется, что соотношение генетических элементов в популяции остается неизменным! Вот почему у людей во все времена бывают голубые глаза, хотя это рецессивный признак. Для соблюдения равновесия Харди-Вайнберга необходимы следующие условия.

• Большая популяция.

• Случайное скрещивание. Каждый половозрелый индивид имеет одинаковую вероятность найти себе пару.

• Отсутствие миграций (оттока или притока генов).

• Отсутствие давления отбора (нет естественного отбора).

• Отсутствие мутаций. Любое из этих условий в природных популяциях может быть легко нарушено, поэтому модель Харди-Вайнберга является в большой степени условной.

См. также статью «Закон Харди-Вайнберга».

РЕПРОДУКТИВНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Разделение популяций внутри одного вида препятствует скрещиванию представителей различных популяций и смешиванию их генов, а также образованию потомства с общими признаками. Если такая изоляция поддерживается в течение долгого времени, то представители данного вида постепенно дивергируют от неизолированных популяций и приспосабливаются к определенным условиям среды. В конечном итоге они приобретают физические отличия от других популяций и теряют способность скрещиваться с ними, даже если возможность контактов возобновляется. На этой стадии изолированная популяция превращается в новый вид.

Репродуктивной изоляцией называется неспособность членов одной популяции вида скрещиваться с другими представителями вида. Она не допускает смешения генов одной группы с генами другой; таким образом популяция накапливает собственный набор генов. Кроме географической изоляции, возможны другие виды изоляции групп.

• Поведенческая изоляция. Брачное поведение разных групп может препятствовать их скрещиванию, даже если районы их распространения пересекаются. Они могут не узнавать брачных сигналов или не понимать определенного рисунка оперения.

• Половая изоляция. Некоторые виды, особенно насекомые, могут обладать сложным механизмом половых органов. Совокупление становится невозможным, если органы одного представителя вида в точности не соответствуют органам другого. Пыльца цветковых растений попадает в бороздки только определенной формы женских органов цветков.

• Гибридная изоляция. В тех случаях, когда особи двух видов могут скрещиваться, их эмбрион может не развиться, так как неправильное сочетание хромосом препятствует нормальному процессу образованию клеток. Такие гибриды удаляются из популяции и их гены не входят в генофонд. Иногда гибриды могут выживать и даже давать потомство, но ограниченная жизнеспособность приводит к тому, что им редко удается достичь половозрелости.

См. также статьи «Аллопатрическое видообразование», «Географическая изоляция».

САМОЗАРОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ

В свое время была распространена гипотеза самопроизвольного зарождения жизни, согласно которой современные организмы при соответствующих условиях могут образовываться из неорганического материала. Этого мнения придерживались некоторые биологи до конца XIX века. Такая гипотеза уходит корнями в классическую древность времен древнегреческих философов. Самый большой вклад в развитие науки сделал Аристотель (384–322 гг. до н. э.), он же затрагивал и вопросы биологии. Глубокий и оригинальный мыслитель задумывался о природе жизни и полагал, что она может самозарождаться. В своем трактате «История животных» он писал, что некоторые небольшие рыбы (кефаль) и угри зарождаются в илистых болотах и могут порождаться непосредственно из ила. Авторитет этого мыслителя был настолько велик, что на протяжении столетий никто в его утверждении не сомневался. Неудивительно, что идея самозарождения была настолько широко распространена среди образованных людей. Усомниться в доктрине Аристотеля значило отрицать очевидные истины и пойти наперекор всем ученым своего времени. Ученые тогда редко наблюдали за природой и почти не ставили экспериментов.

Ян Баптист ван Гельмонт писал, что если в горшок с зернами пшеницы положить грязную рубашку, то благодаря взаимодействию этих предметов в нем самозародятся мыши. Сегодня это утверждение звучит нелепо, но в то время часто проводились подобные эксперименты и таким же образом объяснялись более распространенные явления, например возникновение личинок в гниющем мясе. Это считалось примером самопроизвольного зарождения жизни.

Наконец, нашелся биолог, усомнившийся в этой теории, — Франческо Реди (1626–1697). Он сравнивал результаты разных опытов. В одном случае он закрывал сосуд с мясом плотной крышкой, а в другом оставлял открытым. Оказалось, что личинки появляются только в том случае, когда на гниющее мясо садятся мухи. Ученый сделал следующий вывод: «Если удалить живые существа, то они не появляются».

См. также статью «Биогенез».

СИМПАТРИЧЕСКОЕ ВИДООБРАЗОВАНИЕ

Симпатрическое видообразование происходит внутри одной популяции (*сим* — вместе, *патрис* — родина). Оно менее распространено, чем аллопатрическое. Этим термином обозначается процесс образования разных видов внутри постоянно скрещивающейся популяции.

Среди растений новые виды могут появиться в процессе скрещивания существующих видов. Это открытие удивило исследователей, поскольку гибриды животных обычно не имеют потомства, вследствие неспособности различных хромосом участвовать в образовании нормальных половых клеток. У растений не бывает таких проблем с хромосомами, потому что растения с разным внешним видом генетически могут быть очень схожими. Если такие генетически схожие виды произрастают на одной территории, то они могут дать гибридную популяцию. Интересно, что такая гибридизация может и не привести к смешению изначальных видов или поглощению одного вида другим. Вероятно, это происходит потому, что гибридное потомство находит свою нишу в окружающей среде, отличающуюся от ниш исходных популяций, следовательно, оно становится настоящим отдельным видом.

Растения могут образовывать виды и более любопытным образом, когда набор хромосом удваивается (или удваивается повторно). Это явление называется «полиплоидия» (*полиплоос* — многократный, *эйдос* — образ, набор хромосом). Фактически это — тип мутации, когда хромосомы в процессе образования клеток удваиваются и не могут разделиться. Она может привести к появлению тетраплоидных (*тетра* — четыре) растений с четырьмя полными наборами хромосом в каждой клетке. Гибридизация и полиплоидия приводят к почти мгновенному появлению нового вида, с которым можно работать, подвергая его давлению отбора окружающей среды. Так возникли многие культурные растения, и это объясняет, почему цветковые растения так быстро появились и стали удивительно многообразной группой растений, какую они представляют собой в наше время.

Симпатрическое видообразование среди животных происходит гораздо реже, чем среди растений.

См. также статьи «Аллопатрическое видообразование», «Аллополиплоидия», «Аутополиплоидия», «Мутация», «Ниша».

СЛАНЕЦ БЁРДЖЕСС

Сланец Бёрджесс — это особая горная формация, которая дала много уникальных ископаемых окаменелостей, их редкие представители имеют аналоги среди ныне живущих организмов. Сланец Бёрджесс располагается на территории национального парка Йохо, на склонах горы Маунт-Стивен, в канадской провинции Британская Колумбия. Он назван так в честь губернатора, жившего в XIX веке, его имя носит и перевал Бёрджесс, ведущий от города Филд к местной каменоломне. В палеонтологии этот район прославил Чарлз Дулитл Уолкотт, который в 1909 году обнаружил здесь большое количество останков животных. Легкий слой осадков быстро засыпал умерших животных, и отпечатки их мягких тел сохранились до наших дней в качестве окаменелостей.

Согласно легенде, когда Уолкотт проезжал мимо этого места, его мул потерял подкову, он остановился и заметил нечто блестящее на черной поверхности сланца. Эта порода относилась к кембрийскому периоду (540–505 миллионов лет назад) и при дальнейшем исследовании в ней обнаружилось много отпечатков организмов, неизвестных современной науке. Уолкотт проследил ход пластов до подножия холмов, где позже были собраны сотни образцов, хранящихся в Вашингтонском музее США. Окаменелости выглядели настолько необычно, что пробудили интерес во всем мире, и было разослано много образцов для анализа в разные страны. Самыми удивительными оказались останки членистоногих беспозвоночных, к которым относятся и трилобиты. Ранее считалось, что трилобиты были в кембрий чуть ли не единственными представителями этого типа. Оказалось, что это совершенно неверно, так как в сланцах нашли потрясающее разнообразие видов животных, говорящее о том, что океаны того времени буквально кишели беспозвоночными вроде современных ракообразных.

Стивен Джей Гоулд в своем бестселлере «Удивительная жизнь» подробно касается темы важности этих странных окаменелостей для развития представления об эволюции животных. Многие кинолюбители, без сомнения, вспомнят известный фильм Фрэнка Капры 1946 года «Эта удивительная жизнь», который и подсказала Гоулду название для серии книг.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ АНАТОМИЯ

Биологам, занимающимся сравнительной анатомией, давно известно, что виды, образующие более крупные группы (тип, класс или отряд), имеют в своем строении много схожих черт. Развитие техники генетического анализа позволило установить более прочные связи между представителями конкретных групп, так как выяснилось, что строение ДНК у них тоже схоже. Например, все виды, принадлежащие к типу хордовых, имеют хотя бы в один из периодов своего развития спинную хорду (предшествующую позвоночнику), жаберные щели в глотке и полый спинной нервный тяж (канатик). Виды внутри одного класса имеют больше общих черт, а внутри отряда — больше сходства. Виды, принадлежащие к одному роду, могут быть настолько похожи, что различить их по внешним чертам способен только специалист. В таких обстоятельствах приходит на помощь генетический анализ.

Сходство между представителями родственных групп объясняется тем, что они произошли от одного предка. Классы типа хордовых схожи между собой потому, что в прошлом имели одного и того же предка. Сходство между представителями одного класса (например, млекопитающими) более заметно, так как у них был общий предок, обладающий всеми основными чертами млекопитающего.

Эволюция — это довольно консервативный процесс: вместо того чтобы изобретать что-то новое, она, скорее всего, преобразует уже существующие модели. Так, у рыб некогда развилась довольно сложная жаберная структура. У наземных позвоночных она преобразовалась в другие органы, такие, как верхние и нижние челюсти, а также кости среднего уха. Мышцы человеческого лица во многом произошли от мышц жаберных дуг древних рыб.

Иногда старый орган не преобразуется в новый орган, а утрачивает свои функции в процессе эволюции, нередко становясь вовсе бесполезным. Такие органы называются рудиментарными. Примерами рудиментарных органов могут послужить копчик, ушные мышцы и аппендикс у людей. У китов сохранились скелетные останки задних конечностей — в толще плоти, рядом с тем местом, где начинается хвост. У питона под кожей тоже есть маленькие образования, оставшиеся от его задних ног.

См. также статьи «Биогеографические свидетельства эволюции», «Ископаемые свидетельства эволюции», «Генетический анализ», «Биогенетический закон как

свидетельство эволюции».

УОЛЛЕС, АЛФРЕД РАССЕЛ

Алфред Рассел Уоллес (1823–1913) родился в Аске (гр. Монмутшир, Великобритания) и после окончания школы сменил много профессий, занимаясь самообразованием. В 21 год поступил преподавателем в Лестерскую школу, где познакомился с Г. Бейтсом, известным энтомологом. В 1848 году Уоллес убедил Бейтса отправиться в экспедицию на Амазонку. Экспедиция была успешной, но на обратном пути на их судне случился пожар и основная часть собранной коллекции была уничтожена.

В 1854 году Уоллес отправился на Малайский архипелаг, где пробыл восемь лет. Его статья «О законе, регулирующем возникновение новых видов», написанная в Сараваке в 1855 году, содержала размышления о теории эволюции, сходные с теорией Дарвина, но не привлекла внимания ученых, кроме самого Чарлза Дарвина. Прочитав труд Мальтуса «Опыт о законе народонаселения», Уоллес пришел к идее естественного отбора, которая была разработана Дарвином приблизительно в то же время. В 1858 году Уоллес написал статью «О стремлении разновидностей бесконечно удаляться от первоначального типа» и послал ее Дарвину с просьбой высказать свое мнение. Дарвин писал: «Я никогда не видел настолько поразительного сходства. Если бы перед Уоллесом находились мои наброски 1842 года, то и тогда он не мог бы составить более точное изложение». Дарвин был готов уступить приоритет Уоллесу, но в 1858 году, когда в Линнеевском обществе были зачитаны обе статьи, Уоллес из скромности уступил право первооткрывателя Дарвину, теории которого он изложил в своей книге «Дарвинизм», вышедшей в 1889 году.

Основной интерес Уоллеса касался области географического распределения животных. Согласно его наблюдениям, животные Малайского архипелага строго делились на две группы: восточную фауну на западе и австралийскую фауну к востоку от пролива между островами Бали и Ломбок. Его работа «Географическое распределение животных» (1876) явилась синтезом всех доступных на то время свидетельств о распространении животных и заложила основы современной зоогеографии.

См. также статьи «Дарвин, Чарлз. „Естественный отбор“».

УСТОЙЧИВОСТЬ К АНТИБИОТИКАМ

Устойчивость некоторых болезнетворных бактерий к антибиотикам может представлять серьезную проблему для лечения заболеваний, особенно в тех странах, где антибиотики широко распространены и их можно приобрести в любой аптеке. Грозным предупреждением явилась эпидемия тифа 1972 года в Мексике. Трагические обстоятельства показали, что бациллы тифа выработали устойчивость к хлорамфениколу. С эволюционной точки зрения устойчивость к антибиотикам возникает в результате отбора преадаптированных устойчивых мутантов. Еще в начале 1950 годов стало известно, что можно селекционировать и производить резистентные штаммы, никогда не имевшие контакт с антибиотиками.

Генно-клеточный механизм возникновения устойчивости может быть разным, в зависимости от конкретных антибиотиков и видов бактерий; может различаться и скорость выработки устойчивости. Даже внутри вида механизм выработки устойчивости к данному химическому веществу может быть различен. Устойчивость некоторых бактерий к пенициллину была отмечена еще в 1940 годах; она связана с действием одного фермента бактерии, который может расщеплять пенициллин (большинство существующих в природе бактерий устойчивы к пенициллину именно благодаря этому ферменту). Устойчивость к антибиотикам снизила эффективность многих ранее очень действенных лекарств или же вовсе лишила их пригодности. При наличии лекарства отбор резистентных бактерий происходит с большой скоростью. Недавние исследования показали это на примере выработки устойчивости к антибиотикам некоторых штаммов туберкулезных бактерий.

Наряду с этой проблемой существует и другая, специфическая именно для случаев с бактериями. Некоторые штаммы могут передавать гены, ответственные за устойчивость к другим штаммам (это называется «конъюгация»), среди тех индивидов, которые ведут половую жизнь. Это открытие было сделано в 1959 году японскими учеными, которые продемонстрировали, как передаются гены по цепочкам ДНК между двумя «скрещивающимися» штаммами бактерий. Открытие передаваемой сопротивляемости заставило пересмотреть использование антибиотиков в животноводстве, где их ранее применяли не только для лечения инфекционных заболеваний, но и для предотвращения инфекций, а в некоторых случаях в качестве пищевых добавок для увеличения роста животных.

УСТОЙЧИВОСТЬ К ЗООКУМАРИНУ

Зоокумарин — это химическое вещество, антикоагулянт, которое широко используется для борьбы с крысами и мышами. Впервые его применили в 1950 году, и с тех пор он стал распространенным ядом благодаря своей низкой токсичности и безвредности для домашних животных. Он воздействует на комплекс биохимических реакций с участием витамина К, от которых зависит свертываемость крови. Когда чувствительные крысы съедают приманку, их капилляры становятся более тонкими, чем обычно, и кровь теряет способность свертываться; происходит ряд серьезных кровоизлияний и животное погибает.

Резистентные породы крыс впервые обнаружились в Шотландии в 1958 году. К 1972 году они появились в 12 районах Великобритании. Причиной такой эволюции могла послужить мутация одного гена, резистентность которого можно считать доминантным аллелем. В резистентных линиях крыс зоокумарин не оказывает воздействия на процесс свертываемости крови; свертываемость происходит как обычно, но при этом потребляется больше витамина К.

Одна из резистентных популяций, обитающих в районе Уэлшпула в центральном Уэльсе и позже распространившаяся к границе Шропшира, была изучена особенно хорошо. Впервые резистентные крысы были замечены в Уэлшпуле в 1959 году. Впоследствии территория их обитания расширялась со скоростью три мили в год, что является обычной скоростью, с какой крысы осваивают новую территорию. Их распространение зависело от продолжающегося применения яда и от давления отбора, который продолжал действовать на популяцию в течение нескольких лет. После начала применения яда среда обитания этих крыс неожиданно изменилась. Это привело к изменению селективной ценности генов, от которых зависит нормальная свертываемость крови, и их наличие в гомозиготном виде неожиданно стало летальным. Несколько мутантов, у которых имелись доминантные резистентные аллели гена, оказались в благоприятном положении. В новых условиях генетический набор популяции изменился. Это пример того, насколько быстро может происходить естественный отбор.

См. также статью «Отбор».

УСТОЙЧИВОСТЬ К ИНСЕКТИЦИДАМ

В 1939 году швейцарский химик Пауль Мюллер впервые использовал ДДТ в качестве инсектицида. Это химическое вещество, дихлордифенилтрихлорэтан, получили и описали еще в 1874 году, но в то время его способность эффективно поражать насекомых не была известна. Когда же поняли, что ДДТ можно успешно применять в борьбе с насекомыми-вредителями, оно распространилось во всем мире. По сути, многие регионы в настоящий момент избавлены от малярии и других заболеваний, переносимых насекомыми, именно благодаря ДДТ. В 1940 годах предполагалось, что с течением времени все вредные насекомые будут уничтожены. Однако громадные популяции насекомых обладают обширным генофондом, который позволяет легко приспособиться к любым условиям под воздействием давления отбора, и некоторые мутанты вскоре передали гены устойчивости всем своим потомкам. Они выжили и передали гены следующим поколениям. Популяции насекомых, устойчивых к инсектицидам, увеличивались и эволюционировали: через несколько лет ДДТ стал гораздо менее эффективен в борьбе, например с комнатной мухой. Некоторые случаи устойчивости были отмечены уже в 1947 году. Сегодня любой вид насекомых, который прежде можно было уничтожать при помощи ДДТ, имеет устойчивые разновидности. При всех технологических разработках, какие удалось создать людям, мы так и не уничтожили ни один вид нежелательных насекомых.

Широкое распространение инсектицидов привело к таким обширным изменениям некоторых экосистем, в которых обитали насекомые, что у них произошли основательные адаптивные изменения, настолько повысившие уровень сопротивляемости, что некоторые средства уже через несколько лет оказались абсолютно бесполезными. К концу 1960 годов официально было зарегистрировано более 255 видов, устойчивых к инсектицидам. Большое их количество устойчиво к циклодиеновой группе химикатов (диелдрин, алдрин, линдан и т. д.); второй группе ДДТ (ДДТ, ДДД, метоксихлор) и третьей группе органофосфатов (малатион, фентион). 20 видов устойчиво к другим химическим веществам, не входящим в эти группы. Многие виды выработали устойчивость к инсектицидам, принадлежащим к разным группам. Возможно, самый поразительный пример — это комнатная муха, устойчивая в некоторых частях света почти ко всем инсектицидам, которые можно использовать без вреда для здоровья человека.

УСТОЙЧИВОСТЬ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Развитие устойчивости к тяжелым металлам в некоторых растениях — пример того, как давление отбора окружающей среды приводит к эволюции популяции. Определенные виды трав демонстрируют генетическую приспособленность к повышенной концентрации ионов металлов в тех областях, где имеется много отвалов обработанных пород из шахт, содержащих потенциально токсичные металлы. В Великобритании некоторым отвалам из цинковых и свинцовых шахт насчитывается более 100 лет, но на них до сих пор не растут растения; тем не менее некоторые виды трав, например *Agrostis* и *Fetusca* (овсяница), могут на них селиться. Растения на таких отвалах были тщательно изучены, и начиная с 1970 годов ученые обнаружили 21 вид цветковых растений, обладающих устойчивостью (толерантностью) к тяжелым металлам. Толерантность передается по наследству и контролируется несколькими генами.

Эволюция этих линий трав позволила им колонизировать ранее недоступные ниши. Толерантные особи *Agrostis* встречаются в обычных популяциях с частотой одна-две на тысячу. Согласно предположению, на рост толерантных растений на незагрязненной почве каким-то образом воздействует конкуренция со стороны нетолерантных особей, поэтому они так редки. Но это неудобство не так велико, поэтому толерантные особи встречаются в популяциях. Обратная же картина совершенно иная. На загрязненных почвах нетолерантные растения погибают и выживают только толерантные. В результате участки произрастания толерантных растений могут быть очень малы и ограничиваться краями отвалов, словно подчеркивая границу этих токсичных мест. Некоторые толерантные к цинку особи встречаются в полосе шириной не более 30 сантиметров под облицованной цинком оградой. Когда образуются свежие отвалы с высоким содержанием цинка, меди или свинца, можно ожидать довольно быстрой их колонизации со стороны некоторых видов растений, в нормальных популяциях которых встречаются толерантные особи. Отбор по признаку толерантности в этом случае очень высок; состав популяции за один сезон может измениться от многих почти нетолерантных особей до нескольких толерантных представителей вида.

См. также статьи «Ниша», «Отбор».

ФЕНЕТИКА

Фенетика — это метод классификации организмов, который отличается от кладистики. Он основан на наблюдениях за сходствами и различиями между организмами, которые можно использовать для указания на актуальное, а не эволюционное родство групп. Основные приверженцы метода — Питер Снит и Роберт Сокаль, опубликовали свои исследования на эту тему в 1970 годах. Они утверждали, что невозможно объективно классифицировать организмы, исходя из их генеалогии (нахождения их общих предков). Вместо этого они устанавливали сходства и различия во внешнем виде животных и сравнивали их. Для создания фенетической классификации необходимы точный математический аппарат и построение математических моделей, и потому этот тип классификации (которую теперь часто называют численной классификацией) приобретал все большее значение по мере развития компьютерного анализа. Прежде всего изучается и сравнивается большое число признаков разных организмов и вычисляется общий коэффициент сходства. Затем организмы с наибольшим количеством общих признаков распределяют по парам и сравнивают с другими парами и так до тех пор, пока не изучат все возможные признаки и коэффициент сходства всех изучаемых животных или растений.

Сторонники этого метода заявляют, что он якобы ликвидирует субъективный подход в классификации организмов. Все выбранные для анализа признаки можно измерить и вычислить объективно. Но здесь-то и возникает проблема — какие признаки следует выбирать для анализа и на каком основании? Любое суждение неминуемо окажется субъективным.

Другой недостаток этого метода состоит в том, что он во многом зависит от внешних признаков организма и не учитывает факта конвергенции. Различные группы животных могли выработать общий признак в процессе независимой эволюции, а не потому, что у них был общий предок.

Возможно, что с развитием техники генетического анализа и применением его при классификации любые методы классификации исключительно по внешним признакам станут избыточными и ненужными.

См. также статьи «Кладистика», «Конвергенция», «Генетический анализ».

ЦЕЛАКАНТ

В 1938 году близ берегов Южной Африки была сделана поразительная находка — в сеть попался целакант. Это все равно, как если бы люди обнаружили живого динозавра. Окаменевшие останки целакантов попадались в горных отложениях, датируемых 400—65 миллионами лет назад, но предполагалось, что после исчезновения динозавров эти животные загадочным образом исчезли. Пойманная живая рыба была голубовато-серого цвета с белыми пятнами и необычными плотными и короткими плавниками, поделенными на доли. 22 декабря первый образец доставили в южно-африканский город Ист-Лондон. О находке сообщили смотрительнице музея Марджори Куртене-Латимер, но она не смогла отождествить животное, потому что никто никогда его не видел. Наконец, в феврале 1939 года его плохо сохранившиеся останки опознал профессор Джеймс Л. Б. Смит из Родосского университета города Гремстауна. Он понял, что это представитель кистепёрых рыб (*Crossopterygii*) и назвал ее «древнее четвероногое», поскольку, как он ошибочно полагал, дольчатые брюшные и грудные плавники рыбы позволяли ей ползать по морскому дну. Он даже опубликовал книгу на эту тему, озаглавленную «Древние четвероногие».

Рыбу назвали латимерией (*Latimeria chalumniae*) в честь первооткрывательницы (*Latimeria* от фамилии мисс Латимер, а *chalumniae* — от наименования реки Чалумна, возле устья которой и поймали рыбу). На протяжении почти 14 лет после этого профессор Смит организовывал экспедиции с целью отлова очередных экземпляров, но это удалось сделать только в 1952 году в районе Коморских островов. Начиная с 1960 годов было отловлено довольно много представителей этого вида, и к 1980 годам ученые начали беспокоиться о судьбе редкого вида. С 1991 года целакант охраняется в соответствии с Конвенцией по международной торговле вымирающими животными (*CITES*).

В конце 1980 годов Ганс Фрике снял фильм о целакантах в естественной среде их обитания при помощи аппарата, погружающегося на 200 метров, и в 1991 году миллионы телезрителей увидели вымирающих животных в сериале «Жизнь на Земле» Дэвида Аттенборо. В 1997 году был открыт второй вид латимерии. *Latimeria menadoensis* обитает в море Сулавеси между Филиппинами и Борнео.

См. также статью «Живые ископаемые».

ЭДИАКАРСКАЯ ФАУНА

Так называется группа окаменелых останков животных, впервые найденных в Эдиакарских холмах в Австралии (горы Флиндерс). Обнаружены они были в 1947 году благодаря энтузиазму австралийского геолога Рига Спригга. Первым среди палеонтологов их описал Мартин Глассснер, определив их как примитивных представителей группы, к которой принадлежат медузы и кораллы; некоторых других он отнес к кольчатым червям и членистоногим. Эти существа доминировали на Земле в течение десятков миллионов лет, появившись 680 миллионов лет назад, до известного взрыва жизненной активности в кембрийский период (эпоха беспозвоночных).

Эти останки давно вымерших животных сохранились до наших дней благодаря уникальному сочетанию геологических факторов. Животные были мягкотелыми и не имели скелета, но мягкий песчаник Эдиакарских холмов позволил сохраниться телам этих похожих на медуз животных. Доказательством того, что эдиакарская фауна не была чьей-либо хитроумной подделкой, служат останки этих животных, которые были найдены по всему миру. Согласно датировке некоторых ископаемых, обнаруженных в Намибии в конце 1990 годов, эти животные сохранились до кембрийского периода (540–505 миллионов лет назад). Они связаны родственными узами с современными беспозвоночными, но внешне не напоминают ни один из известных типов животных. Некоторые ученые полагают, что эдиакарские организмы не были животными и растениями, а сочетали признаки обеих групп.

В 1980 годах Дольф Зайлахер, профессор палеонтологии Тюбингенского университета (Германия), предположил, что эдиакарская фауна могла быть неудавшимся эволюционным экспериментом по организации многоклеточных животных, поскольку в кембрий такие животные уже не встречались. Похоже, что эволюция и развитие эдиакарских организмов закончились до того, как стали развиваться более приспособленные системы внутренних органов, которые мы находим у высших беспозвоночных и которые отражены в окаменелостях кембрия. Альтернативный путь развития больших поверхностей без внутренних органов, по-видимому, привел лишь к нескольким группам, которые нельзя назвать удачными.

См. также статью «Эпоха беспозвоночных».

ЭКСПЕДИЦИЯ «БИГЛА»

В возрасте 22 лет Дарвин обратился к столь же молодому капитану Фицрою с просьбой зачислить его натуралистом на борт корвета «Бигл», принадлежащего королевскому флоту Великобритании. Легендарная экспедиция длилась с 1831 по 1836 год. Фицроя назначили капитаном «Бигла» в 1829 году, после того как предыдущий капитан покончил жизнь самоубийством. Дарвина приняли в члены экипажа, а деньгами ему помог его дядя Джосайя Ведвуд (занимавшийся гончарным делом).

Из-за штормов «Биглу» дважды пришлось возвращаться в гавань, но 27 декабря 1831 года он наконец поднял якорь и отправился в экспедицию, которая озарила новым светом весь научный мир. Деревянное судно длиной 25 метров и весом в 242 тонны отправилось к берегам Южной Америки. Тогда-то и сбылись худшие опасения Дарвина: интересное путешествие вскоре превратилось в однообразные тяжелые будни, заполненные рутинными обязанностями и окрашенные в темные тона из-за постоянного недомогания.

Иногда Дарвин проводил в каюте целые дни, не выходя на палубу.

Наконец «Бигл» достиг Южной Америки и направился к Бразилии и Аргентине, проводя гидрографические съемки берегов. Пройдя через полосу бушующих штормов у мыса Горн, он повернул на север и проплыл вдоль побережья Чили и Перу. К счастью для Дарвина, иногда наступали периоды отдыха, когда «Бигл» опускал якорь и снаряжал фуражиров для приобретения съестных припасов. Высадившись на землю, Дарвин зря время не терял. Его буквально манили все эти новые для него места, служившие пристанищем необычных и пленяющих воображение форм жизни. Он заходил далеко в глубь островов, коллекционировал животных, неизвестных науке, собирал окаменелости.

Однако наибольший вклад в науку он сделал, посетив острова Галапагос. Именно там ему пришла мысль о естественном отборе, впоследствии оформившаяся в теорию эволюции, которую мы сегодня называем «дарвинизм». Покинув в 1835 году Галапагосы, корабль продолжил плаванье, пересек Тихий океан, подошел к Австралии, затем прошел по Индийскому океану и направился обратно к берегам Британии.

См. также статьи «Дарвин, Чарльз», «Дарвинизм», «Галапагос, острова», «Естественный отбор».

ЭПОХА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Кембрийский период (540–505 миллионов лет назад) можно назвать эпохой беспозвоночных. Представьте себе, что все космические корабли, сверхзвуковые самолеты и другие средства передвижения, которые только в состоянии создать человеческий гений, были бы разработаны за какое-нибудь десятилетие XV века. Современные историки наперебой предлагали бы свои объяснения этого удивительного феномена, случившегося за такой короткий период времени. Приблизительно также палеонтологи относятся и к необычайной эволюционной активности, имевшей место в кембрийский период. В 1933 году ученые предположили, что в течение 10 миллионов лет живые организмы развивались с такой скоростью и небывалым разнообразием, какие превышают все, что было до того или после того. За предыдущие три миллиарда лет самое лучшее, что создала природа, в нашей аналогии с транспортом можно сравнить разве что с лодкой. Это были водоросли, некоторые плоские черви и загадочные представители эдиакарской фауны. Затем, без видимых на то причин (по крайней мере, от переходного периода не осталось почти никаких следов), фауна развивалась с бешеной скоростью, если сравнивать с обычным темпом эволюции. В ранне-кембрийский период возникло несколько хорошо описанных групп беспозвоночных. Это были первые животные с головой, средней и задней частями, с кишечником и сегментами. Впервые также появились кровь, раковины и усики. В одном эволюционном скачке возникли почти все формы тела, характерные для современных беспозвоночных и для некоторых исчезнувших.

В середине 1990 годов группа ученых из Калифорнии предложила интересное объяснение появления такого разнообразия видов за небольшой промежуток времени. Они выдвинули гипотезу, согласно которой в то время возникли неактивизированные в личиночном состоянии клетки. В период созревания их приводят в действие гомеотические гены. Когда в процессе эволюции появились такие гены, то создался потенциал для взрывообразного развития беспозвоночных кембрия и эпохи беспозвоночных.

См. также статью «Эдиакарская фауна».

ЭПОХА ЗЕМНОВОДНЫХ

Земноводные были широко распространены и процветали в каменноугольный период (360–286 миллионов лет назад). Многие древние виды значительно превышали по размерам современные. Суровые, пустынные условия девонского периода (410–360 миллионов лет назад) послужили так называемым давлением отбора и наложили ограничения на основную форму земноводных. У них развились поза с опором на четыре конечности с приподнятой головой и бочкообразное тело с легкими. Климатические изменения привели к появлению многочисленных болот, изобилующих жизнью, — климат каменноугольного периода как нельзя лучше подходил для образа жизни земноводных. В процессе адаптивной радиации группа земноводных расширилась, освоила все теплые мелководья, и некоторые ее представители вернулись к водному образу жизни, какой мы наблюдаем у современных тритонов и некоторых саламандр.

Вполне вероятно, что земноводные произошли от нескольких групп кистеперых рыб с зачатками легких, подобных целаканту, поскольку некоторые виды девонских кистеперых обладали чертами скелета, свойственными более поздним земноводным. У одних рыб было по две пары плавников, похожих на конечности для передвижения по суше, а у других были ноздри, напоминающие ноздри современных лягушек. Окаменелый скелет самого древнего земноводного найден в 1930 годах в верхнедевонских отложениях Гренландии; многие подобные находки были сделаны также в середине 80—90-х годов XX века. Останки этого ископаемого животного, ихтиостеги (*Ichthyostega*) — одни из самых хорошо сохранившихся экземпляров так называемых связующих звеньев, то есть животных, сочетающих в себе признаки разных классов. Но позже в раннедевонских отложениях Австралии были найдены отпечатки ног настоящего земноводного. У ихтиостеги сочетались черты рыб и земноводных. Ее органы чувств и длинный хвост с плавником похожи на соответствующие органы рыб, а широко расставленные конечности и растянутые ребра — на конечности и ребра земноводных. Хотя скелет ихтиостеги и признан на настоящий момент самым древним полным скелетом земноводного, непохоже, что она была предком современных земноводных. Скорее всего, это был один из многих «экспериментов» девонского периода, большинство из которых превратилось в окаменелости, не оставив прямых потомков.

См. также статьи «Адаптивная радиация», «Целакант».

ЭПОХА МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Во время позднего пермского и раннего триасового периодов (около 245 миллионов лет назад), приблизительно тогда, когда предки динозавров набирали силу и становились хозяевами суши, во многих средах обитания распространились представители другой группы пресмыкающихся — синапсиды. В их число входили различные виды, от более примитивных рептилий до существ, похожих на млекопитающих, — терапсид (зверообразных ящеров).

Одним из первых нововведений в эволюции синапсид стало развитие довольно неудобного механизма контроля температуры. У некоторых видов появились обширные складки кожи и пластины на спинах, так называемые паруса, поддерживаемые длинными позвонками. Большая площадь поверхности этих парусов, снабженных густыми кровеносными сосудами, позволяла таким животным поглощать солнечную энергию, когда им было холодно, и выделять тепло, когда им было жарко. Постоянная температура тела позволила синапсидам поддерживать более или менее постоянную жизненную активность, независимо от внешней температуры, и это послужило важным шагом на пути развития температурно независимых ферментных и гормональных систем, которые повысили интенсивность обмена веществ. Такие черты свойственны организмам млекопитающих, которые, возможно, и произошли от них. Некоторые синапсиды, которые, вероятнее всего, были предками млекопитающих, развили более эффективные способы передвижения, питания и дыхания.

Останки этих звероящеров образуют почти непрерывную серию переходов от рептилий до современных зверей. Более того, если бы многие из этих животных, которые по своим скелетным останкам относятся к пресмыкающимся, жили в наши дни, то их, скорее всего, отнесли бы к млекопитающим. За произвольную границу раздела этих двух классов принято строение челюсти. Нижняя челюсть в скелетах млекопитающих состоит из двух костей, по одной на каждой стороне. Если это строгое правило применить к окаменелостям, то к млекопитающим нужно отнести животных, существовавших уже в среднем триасе. В середине юрского периода (около 190 миллионов лет назад) существовали различные группы мелких млекопитающих размером с мышь, похожих на современных землероек. В эпоху динозавров от них произошли самые разные виды. Многие из них вымерли, но сохранившихся оказалось достаточно, чтобы стать хозяевами

суши после исчезновения динозавров.

См. также статью «Динозавры».

ЭПОХА ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ

Процесс эволюции некоторых древних земноводных в пресмыкающихся (рептилий) происходил в каменноугольный период (360–286 миллионов лет назад). К тому времени, как роскошные обширные болота — настоящий рай для земноводных — сменились унылыми пустынями пермского (286–245 миллионов лет назад) и триасового (245–202 миллиона лет назад) периодов, пресмыкающиеся стали полноправными хозяевами суши и оставались ими на протяжении следующих 200 миллионов лет.

Одно время самым древним из известных пресмыкающихся считался гилоном (*Hylonomus*), обнаруженный в горных породах среднего каменноугольного периода на территории Новой Шотландии (Канада) (возраст около 310 миллионов лет). Это маленькое животное, которое, по всей видимости, походило на ящерицу, было 20 сантиметров в длину. Кости черепа и общие пропорции тела указывают на то, что оно вело активный образ жизни на суше и относилось уже к другому классу животных, следующих в эволюционном развитии за земноводными, способными обитать как на суше, так и в воде. Гилоном был открыт в 1852 году Уильямом Доусоном. Этот рекорд по обнаружению останков самого древнего пресмыкающегося продержался целых 140 лет. Затем в 1989 году коллекционер окаменелостей Стэн Вуд обнаружил в шотландских горных породах раннего каменноугольного периода останки более древнего существа. Это открытие отодвинуло время появления первых рептилий к периоду возникновения земноводных (350 миллионов лет назад).

Вначале пресмыкающиеся были не очень распространенными животными, но в Пермский период они стали доминирующим классом позвоночных. Особенно это касалось зверообразных рептилий, которые первыми использовали все возможности для наземного образа жизни. В их число входили известные рептилии раннепермского периода с парусами (кожистыми перегородками на спине), а также разнообразные плотоядные и травоядные формы поздней перми. Некоторые из них стали первыми крупными животными на Земле. Другие виды вернулись в воду, например мезозавры, или освоили воздух и стали первыми летающими позвоночными, например птерозавры. Все основные группы рептилий появились в ранний каменноугольный период, хотя в ту эпоху почти во всем мире доминировали земноводные.

См. также статьи «Клейдоическое яйцо», «Птерозавры».

ЭПОХА РЫБ

В конце силурийского периода (433–410 миллионов лет назад) наблюдалось большое разнообразие рыб. Их широкое распространение совпало с освоением пресных вод, что одновременно поставило перед ними и новые проблемы. Пресные водоемы — более трудное место для выживания, так как их физические характеристики более разнообразны по сравнению с морями. Следовательно, естественный отбор в них шел гораздо активней, что привело к развитию многих новых видов. В пресных водоемах может быстро измениться температура, повыситься или понизиться содержание питательных веществ, уменьшиться или увеличиться концентрация кислорода. В море эти показатели более стабильны. Согласно определению, рыбы — это водные, хладнокровные позвоночные, дышащие жабрами, сохранившие плавники, которые у других классов позвоночных превратились в конечности. Это значит, что они имеют позвоночник, обитают в воде (соленой и пресной), не могут контролировать температуру своего тела и дышат кислородом, растворенным в воде, с помощью жабр. Окаменелые останки самых древних рыб датируются ордовикским периодом — около 450 миллионов лет. С тех пор рыбы приспособились почти ко всем видам водной среды. В наши дни насчитывается около 23 000 видов рыб, причем три из каждых пяти видов позвоночных — рыбы.

Самые древние из известных челюстных позвоночных — акантоды. Хорошо изученное ископаемое этой группы — климатий с толстыми мелкими чешуйками по всему телу. В отличие от них представители группы разнощитковых (*Heterostraca*), такие, как птераспида и некоторые остракодермы, были бесчелюстными рыбами с костным щитом, закрывавшим переднюю часть их тела. Предполагается, что это дальние родственники миног и паразитов миксин, которые сохранились до наших дней. О том, как на самом деле возникли рыбы, известно мало, потому что в период, к которому относятся самые древние окаменелые останки бесчелюстных (*Agnatha*) и челюстноротых (*Gnathostomes*) рыб, они уже имели анатомические признаки современных рыб. Однако считается, что бесчелюстные рыбы были предшественниками челюстноротых, окаменелости которых встречаются, начиная с середины силурийского периода.

ЭУКАРИОТЫ

Эукариоты — это одноклеточные или многоклеточные организмы, генетический материал которых в форме ДНК окружен мембраной (ядерной оболочкой), образующей ядро. Им противопоставлены прокариоты с более примитивным строением, которые не имеют мембраны и в которых значительно меньше внутриклеточных структур (органелл). Клетки эукариотов можно сравнить с заводом, где ядро играет роль администрации, органеллы — это механизмы, а ферменты — рабочие. Как и любой завод, для эффективной работы клетка должна получать сырье. Она также должна избавляться от отходов.

Во всех клетках мембрана состоит в основном из молекул липидов (жиров), которые называются «фосфолипиды», а также из молекул белков. Таким образом, образование этих органических молекул, липидов и белков, является необходимым условием развития мембраны вокруг клеток всех живых организмов. Каждая молекула фосфолипида состоит из растворимой в воде «головки» и водоотталкивающего «хвоста». Эти молекулы выстраиваются в два ряда: их головки присоединяются к водной цитоплазме снаружи, а хвосты, отталкиваемые водой, остаются внутри мембраны. Такое расположение одновременно и устойчивое, и подвижное. Оно устойчиво потому, что противоположные свойства головок и хвостов не дают молекулам повернуться, и гибко, потому что мембрана может сокращаться и изменять форму.

Мембраны играют важную роль не только для ограждения клетки от внешней среды, но и внутри клеток. Мембраны делят клетку на части, называемые органеллами, которые выполняют различные функции и в которых происходят всевозможные реакции с участием ферментов. Внутренние мембраны имеют такое же строение, как и внешние, поэтому предполагается, что они произошли из складок внешних слоев. Двойная мембрана поддерживает целостность центра управления клеток эукариотов — ядра.

См. также статьи «Прокариоты», «Протобионты».

ЭФФЕКТ «БУТЫЛОЧНОГО ГОРЛЫШКА»

Иногда численность популяций сокращается до нескольких особей. Это может произойти вследствие климатических изменений, увеличения популяций хищников, болезней или катастроф (например, извержений вулканов или других природных катаклизмов). В результате последующим поколениям передают свои гены небольшое количество индивидов. Генофонд популяции сокращается. Выжившие особи не обязательно имеют все наборы признаков изначального генофонда, и частота аллелей может сильно измениться. Помимо эффекта «бутылочного горлышка», малые популяции подвержены дрейфу генов и инбридингу.

В общих чертах историю популяции, подвергшейся данному явлению, можно изложить следующим образом.

• Существует большая популяция с большим генетическим разнообразием.

• Численность популяции сокращается до нескольких особей; она теряет генетическое разнообразие и едва не вымирает.

• Популяция снова обретает большую численность, но генетическое разнообразие потеряно.

В качестве примера можно привести популяцию современных гепардов. За последние годы численность диких гепардов уменьшилась и теперь составляет менее 20 000 особей. Благодаря современной технике генетического анализа было выяснено, что популяция гепардов обладает очень малым генетическим разнообразием. По всей видимости, в конце последнего ледникового периода, 10–20 тысяч лет назад, гепарды едва избежали вымирания (возможно, где-нибудь в пещере выжила только одна самка, давшая потомство). Исходя из малого генетического разнообразия, всех современных гепардов можно считать потомками одного помета. По приблизительным оценкам, во время последнего ледникового периода вымерло 75 % крупных млекопитающих (включая мамонтов, пещерных медведей и саблезубых тигров). Недостаток генетического разнообразия у гепардов привел к отклонениям в образовании сперматозоидов, уменьшению плодовитости, высокой смертности детенышей и повышенной чувствительности к болезням.

Со времени сокращения численности популяции прошло недостаточно времени, чтобы благодаря случайным мутациям образовалось новое генетическое разнообразие.

См. также статьи «Дрейф генов», «Генетический анализ».

ЭФФЕКТ ОСНОВАТЕЛЯ

Принципы эффекта основателя были изложены Эрнстом Майром в качестве объяснений эволюции среди малочисленных популяций. Иногда несколько организмов оказываются изолированными от основной популяции и образуют отдельную группу размножения. Например, некоторых птиц ветер может отнести с материка на острова, что, по всей видимости, и случилось с дарвиновыми вьюрками. Они стали основателями новой популяции. Иногда бури могут сломить стволы огромных деревьев и превратить их в плоты, способные переплыть моря. На таком плоту может разместиться некоторое количество небольших животных, которые в конечном итоге окажутся на новом месте. Люди могут неосмотрительно ввезти крыс и других животных в те районы, где их никогда не было, что грозит серьезными последствиями.

В 1955 году было получено свидетельство того, что животные могут пересекать большие водные пространства на естественных плотах. Эллен Кенски из Пенсильванского музея естественной истории обнаружила 15 игуан, сидящих на плоту растительного происхождения и направлявшемся из Гваделупы на остров Ангилья, расстояние между которыми составляет около 300 километров. Это случилось после урагана Луис, который повалил много деревьев и вырвал много растений. Игуаны спокойно доплыли до Ангильи и одну из самок видели там через 29 месяцев.

Первые колонисты на островах или первопроходцы, освоившие новую территорию, становятся основателями новой популяции. Если в ней слишком мало членов, то соотношение их генов может не соответствовать генофонду основной популяции. В таком случае от основателей получается новая популяция с особым генофондом. По мере естественного отбора происходит дивергенция от основного вида и в данном регионе развивается новая группа организмов.

В качестве примера можно привести бабочку вида *Maniola jurtina*. На острове Треско (острова Силли, к западу от Корнуэлла, Великобритания) популяция бабочек имеет особый рисунок пятен на крыльях, который отличается от представителей основной популяции, обитающей на большой земле. Новая популяция образовалась за определенный период времени от популяции основателей, насчитывавшей менее 200 особей.

См. также статьи «Дарвиновы вьюрки», «Дрейф генов», «Генетический анализ», «Естественный отбор».

ЯЩЕРОТАЗОВЫЕ ДИНОЗАВРЫ

Ящеротазовые динозавры (*Saurischia*), появившиеся ранее другой группы, имели строение таза, схожее с другими пресмыкающимися. Две кости ног расходились у них в разных направлениях. Некоторые из них были растительноядными, другие — хищными. Они часто походили на двуногих крокодилов. Среди хищных такая форма тела сохранилась, но впоследствии некоторые виды стали больше по размеру и образовали группу тераподов (названных так, потому что у них было «звериное» строение ног).

Среди типичных крупных тераподов можно назвать мегалозавра (*Megalosaurus*). Это был первый из описанных в науке динозавров. В меловой период (144–65 миллионов лет назад) большие тероподы развивались по нескольким линиям. У некоторых возникли гребни на спине, а к концу этого геологического периода появился мощный тиранозавр (*Tyrannosaurus*), возможно, самый известный среди динозавров. Однако, несмотря на свою 12-метровую длину и грозный вид, он скорее питался падалью и не был яростным хищником, каким его изображают в популярных фильмах. Он передвигался на мощных задних ногах, а передние конечности у него были маленькими, но с такими же большими когтями. Несмотря на свой размер, он мог развивать большую скорость.

Существовали и менее крупные группы тераподов, которые охотились на мелкую добычу. Некоторые из них не превышали по размеру курицу. Близкие родственники этих динозавров могли быть теплокровными, тем более что они считаются родоначальниками птиц. В юрский и меловой периоды возникла другая подгруппа ящеротазовых динозавров, которых называют завроподами. Это были настоящие «тяжеловесы» среди динозавров; все они были четвероногими и растительноядными. Они имели крошечные головы, массивное тело, длинные шеи и хвосты; кости их ног были устроены по образцу ящериц. Крупнейшим считается апатозавр, иначе называемый бронтозавром; он весил 30 тонн и в высоту достигал 12 метров. Обитал он на болотах или у берегов больших рек и водоемов. Скорее всего, вода помогала ему поддерживать громадный вес тела. Вполне возможно, что большой объем тела завроподов в сочетании с медленным метаболизмом привел к развитию постоянной температуры тела.

См. также статьи «Птицетазовые динозавры», «Динозавры».